

**Studien an Kälbern zur
Milchaustausch-Tränke
mit saurem pH-Wert**

Michael Götde

1979

Aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie
und Ernährungsphysiologie
des Fachbereichs Tiermedizin der Universität München

Vorstand: Prof. Dr. H. Zucker

Angefertigt unter Leitung von
Priv.-Doz. Dr. J. Gropp

STUDIEN AN KÄLBERN ZUR MILCHAUSTAUSCH-TRÄNKE
MIT SAUREM PH-WERT

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
des Fachbereichs Tiermedizin der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
MICHAEL GÖDDE
aus
München

München 1978

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Tiermedizin
der Universität München

Dekan:	Prof. Dr. H. Kräußlich
Referent:	Priv.-Doz. Dr. J. Gropp
Korreferent:	Prof. Dr. K. Walser

Tag der Promotion: 23. Februar 1979



INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1. EINLEITUNG	1
2. ERFAHRUNGEN MIT DEM KALTTRÄNKEVERFAHREN	5
2.1. Prinzip der Kalttränke	5
2.1.1. Konservierungsmöglichkeiten	6
2.1.2. Geeignete Milchaustauschfutter	12
2.2. Fütterungsversuche	14
2.2.1. Akzeptanz der Kalttränke	14
2.2.2. Tägliche Zunahmen und Futterverbrauch	16
2.2.3. Ergebnisse aus Stoffwechselversuchen	20
2.2.4. Gesundheitszustand	22
2.2.5. Wirtschaftlichkeit	24
3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	27
3.1. Konservierungsversuch	27
3.1.1. Versuchsplan und Durchführung	27
3.1.2. Ergebnisse	30
3.2. Fütterungsversuch I	34
3.2.1. Versuchsplan und Durchführung	34
3.2.1.1. Versuchsanstellung	34
3.2.1.2. Tiermaterial	37
3.2.1.3. Versuchsdauer	37
3.2.1.4. Tierhaltung	37
3.2.1.5. Verteilung der Rationsgruppen im Raum	38
3.2.1.6. Fütterungsregime	38
3.2.1.7. Versuchsrationen	41
3.2.1.8. Versuchsdurchführung	45
3.2.1.9. Analytische Methoden	46
3.2.1.10. Versuchsauswertung	46

3.2.2. Versuchsverlauf	47
3.2.3. Ergebnisse	48
3.2.3.1. Hauptperiode (1.bis 4.Woche)	48
3.2.3.2. Nachperiode (5.bis 10.Woche)	53
3.2.3.3. Übersicht über die gesamte Versuchs- periode (1.bis 10.Woche)	56
3.3. Fütterungsversuch II	57
3.3.1. Versuchsplan und Durchführung	57
3.3.1.1. Versuchsanstellung	57
3.3.1.2. Tiermaterial	60
3.3.1.3. Versuchsdauer	60
3.3.1.4. Tierhaltung	60
3.3.1.5. Verteilung der Rationsgruppen im Raum	61
3.3.1.6. Fütterungsregime	62
3.3.1.7. Versuchsrationen	63
3.3.1.8. Versuchsdurchführung	70
3.3.1.9. Analytische Methoden	71
3.3.1.10. Versuchsauswertung	71
3.3.2. Versuchsverlauf	72
3.3.3. Ergebnisse	73
3.3.3.1. Hauptperiode (1.bis 4.Woche)	73
3.3.3.2. Nachperiode (5.bis 8.Woche)	85
3.3.3.3. Übersicht über die gesamte Versuchs- periode (1.bis 8.Woche)	86
3.4. Fütterungsversuch III	88
3.4.1. Versuchsplan und Durchführung	88
3.4.1.1. Tiermaterial	88
3.4.1.2. Versuchsdauer	88
3.4.1.3. Tierhaltung	88
3.4.1.4. Fütterungsregime	89
3.4.1.5. Versuchsdurchführung	89
3.4.2. Versuchsverlauf	90
3.4.3. Ergebnisse	91

	Seite
4. DISKUSSION	94
4.1. Konservierung von Tränke	94
4.2. Akzeptanz von Sauertränke	94
4.3. Säure-Basen-Haushalt bei Sauertränke	98
4.4. Rohnnährstoffverdaubarkeit bei Sauertränke	102
4.5. Zunahme an Lebendmasse und Futterverwertung bei Sauertränke	106
4.6. Diätetischer Effekt von Sauertränke	107
4.7. Tierschützerische Aspekte	107
5. ZUSAMMENFASSUNG	109
SUMMARY	112
6. LITERATURVERZEICHNIS	114
7. ANHANG	121
LEBENS LAUF	



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. EINLEITUNG

Die Entwicklung verschiedener Verfahren zur Kälberaufzucht in den letzten Jahrzehnten (z.B. early weaning, Tränkeautomaten) ist ein anschauliches Beispiel für die vorwiegend betriebswirtschaftlich orientierten Bestrebungen in der tierischen Produktion, den Verbrauch teurer Futtertypen einzuschränken und gleichzeitig arbeitssparende Verfahren anzuwenden.

Als jüngstes Beispiel für diese Tendenz ist die Kalttränke anzusehen. Eine Milchaustauschertränke wird durch Einsatz geeigneter Konservierungsmittel unter Stallbedingungen für 2 - 3 Tage lagerungsfähig (Vorrats-tränke); sie wird bei einer Tränketemperatur, welche der Stalltemperatur mehr oder weniger entspricht (Kalttränke), ad libitum angeboten.

Erste Versuche mit dieser Tränkemethode, die sich auf entsprechende Erfahrungen bei Lämmern stützt (LARGE und PENNING, 1967), wurden in Holland um 1970 unternommen (BOXEM, 1971). Dieses Verfahren griff im Winter 1975/76 die Grünlandlehranstalt und Marschversuchsstation für Niedersachsen INFELD auf. Bald verbreiteten landwirtschaftliche Zeitschriften Schlagworte wie: "Mit Kalttränke erhebliche Arbeitersparnis, ...wesentliche Verbilligung, ...entscheidend weniger Kälberverluste".

Bei der Entwicklung des Kalttränkeverfahrens dürften nahezu ausschließlich arbeitswirtschaftliche Überlegungen Pate gestanden haben, welche die Bevorratung von Tränke über 2 bis 3 Tage anstelle des ein- oder zweimal

täglichen Tränkeanrichtens sowie die ad libitum Fütterung zweckmäßig erscheinen ließen. Das Kalttränkeverfahren geht von folgenden Annahmen aus:

Eine beabsichtigte Vorratshaltung der fertigen Tränke setzt deren Konservierung voraus, in der Regel durch Säurezusatz (Sauertränke). Dadurch soll ein eventueller Verderb während der Lagerung verhindert werden. Die Zubereitung der Vorratstränke für einen Zeitraum von etwa 3 Tagen wird dabei empfohlen.

Die angestrebte ad libitum-Fütterung wird durch die Verabreichung kalter Tränke risikoloser gestaltet. Eine niedrige Tränketemperatur verringert die pro Mahlzeit aufgenommene Tränkemenge und führt deshalb zur häufigeren Aufnahme kleinerer Tränkeportionen, wie aus Versuchen zur ad libitum Fütterung von Lämmern bekannt ist. Gleichzeitig erlaubt die Kalttränke die kostengünstige Bevorratung einer Tränke, weil Heizungskosten für die Aufrechterhaltung einer gegenüber Stalltemperatur erhöhten Tränketemperatur entfallen.

Der Einfluß der niedrigen Temperatur in Verbindung mit dem Säurezusatz soll trotz ad libitum Fütterung zu einem insgesamt so geringen Verbrauch an Milchaustauschfutter führen, daß eine frühzeitige Aufnahme von Rauhfutter begünstigt wird.

Daneben wird ein Sondereffekt der Kalttränke in Problembetrieben herausgestellt. Hohe Kälberverluste infolge von Diarrhoe mit E.Coli-Befund gelten geradezu als Indikation für den Einsatz der Kalttränke, die dann zu einer deutlichen Verminderung der bisherigen Verlustrate führen soll.

Während die Kalttränke - besonders im norddeutschen Raum - relativ schnell Eingang in die landwirtschaftliche Praxis fand, fehlten systematische Untersuchungen über die ernährungsphysiologischen Aspekte dieses Verfahrens mehr oder weniger völlig. Allein eine Reihe von Erfahrungsberichten läßt sich im einschlägigen Schrifttum auffinden.

Deshalb wurden 3 tierexperimentelle Untersuchungen durchgeführt, in denen eine herkömmliche Tränke mit verschiedenen "Kalt- bzw. Sauertränken" verglichen wurde. Ziel der hier vorgelegten Versuche war es zu prüfen, ob

- 1) die vorhandenen Beobachtungen über Kalttränke aus Norddeutschland auf süddeutsche Gegebenheiten übertragbar sind (in Süddeutschland werden bevorzugt andere Rassen gehalten; zugekaufte Kälber sind kaum unter 3 Wochen alt, während in Norddeutschland Kälber meist schon im Alter von 5 - 7 Tagen zum Verkauf kommen);
- 2) Anhaltspunkte über die Verträglichkeit einer sauren Tränke zu erhalten sind;
- 3) tägliche Zunahmen, Futterverwertung und Nährstoffverdaulichkeit durch eine kalte bzw. saure Tränke beeinträchtigt werden;
- 4) bei kalt bzw. sauer ernährten Kälbern Veränderungen im Elektrolytstoffwechsel und in der pH-Homöostase auftreten.

Obwohl die angestellten Versuche der Prüfung eines in der Kälberaufzucht verwendeten Tränkeverfahrens galten, wurde Milchaustauschfutter auch in kalter bzw. saurer Tränke als Alleinfutter eingesetzt, um die primären Auswirkungen dieser Tränkemethode besonders deutlich und unverfälscht, d.h. ohne Interaktionen mit anderen Futtermitteln, erfassen zu können.

2. ERFAHRUNGEN MIT DEM KALTTRÄNKEVERFAHREN

2.1. Prinzip der Kalttränke

Kalttränke wird in der Regel unter Zugabe eines Konservierungsmittels zur fertigen Tränke im voraus für etwa 3 Tage zubereitet. Ein gleicher Effekt läßt sich jedoch auch durch die Einmischung von Spezialprodukten mit eingearbeitetem Konservierungsmittel erzielen (KUIPERS, 1977).

Die Aufbewahrung erfolgt in einem geeigneten Behälter, z.B. in einem Kunststofffaß. Von diesem Behälter führen Schlauchleitungen zu den einzelnen Kälberbuchten. Für die Kälber stehen dort Sauger zur Verfügung. v.BOTHMER (1977) empfiehlt einen Sauger für jeweils 3 Kälber. Diese Sauger lassen sich mit einem Rückschlagventil versehen, so daß nicht erst Luft angesaugt wird.

Die Tränketemperatur entspricht der Stalltemperatur. Die Kälber können sich ad libitum bedienen. Zusätzlich stehen Wasser, Heu und Kraftfutter zur freien Verfügung.

Wie beim early weaning System liegt die Milchaustauscherkonzentration bei ca. 100 g/l Tränke. Nach v.BOTHMER (1976) läßt sich bei zu hohem Tränkeverbrauch die Tränkeaufnahme durch eine Herabsetzung der Konzentration bis auf 50 g/l steuern.

Hinsichtlich des Zeitpunktes, zu dem Kälber frühestens auf Kalttränke umgestellt werden sollen,

liegen verschiedene Empfehlungen vor. Bereits der 2. Lebenstag wird für Problembetriebe ("E.Coli-Diarrhoe") genannt (v.BOTHMER, 1977a), im Normalfall soll Kalttränke ab dem 4. - 10. (v.BOTHMER, 1977a) bzw. ab dem 10. Lebenstag (MEIJER und BOXEM, 1973) angeboten werden.

Kälber unter 40 kg Gewicht eignen sich nach Erfahrungen von COENEN (1977) nicht für die Kalttränke. Wenn die Tiere nicht bis zu einem Gewicht von 40 kg und mehr aus dem Eimer getränkt werden, sei mit erhöhter Krankheitsanfälligkeit und ungenügender Nahrungsaufnahme zu rechnen. Diese Ansicht wird von v.BOTHMER (1977b) nicht unterstützt.

2.1.1. Konservierungsmöglichkeiten

In Holland verwendete BOXEM (1971) zur Konservierung von Milchaustauschern

Ameisensäure (105,0 mmol/l Tränke),
erreichter pH-Wert 4,0

sowie

Wasserstoffperoxyd (7,7 mmol/l Tränke)

MEIJER und BOXEM beschrieben 1973 den jeweiligen Einsatz von

Wasserstoffperoxyd (3,9 mmol/l Tränke)

Citronensäure gepulvert (86,7 mmol/l Tränke)

Ameisensäure (67,6 mmol/l Tränke),
erreichter pH-Wert 4,5

Ameisensäure in Verbindung mit Propionsäure
(keine Konzentrationsangabe)

Bei Einführung der Kalttränke in Deutschland empfahl v.BOTHMER (1976) ebenfalls den Zusatz von Ameisensäure, 85%ig, (3 ml/l Tränke, entsprechend 67,5 mmol/l Tränke).

Ameisensäure besitzt eine starke antimikrobielle Wirksamkeit auf Bakterien, Schimmelpilze und Hefen. So werden E.Coli durch 0,2% Ameisensäure im Wachstum gehemmt; Schimmelpilze stellen das Wachstum sogar schon bei 0,036% ein, Hefen bei 0,15% (SCHORMÜLLER, 1966; keine Nährmedien angegeben).

Der Umgang mit konzentrierter Säure (Lagerung, Anwendung mit Dosierung) liegt in Händen des Kälberhalters. Um diese Gefahrenquelle hinsichtlich falscher Dosierung und Unfälle infolge fahrlässiger Handhabung für den Landwirt auszuschließen, ist der Einsatz von Salzen anstelle der freien Säuren von besonderem Interesse. Salze oder kristalline Säuren könnten bereits vom Mischfutterhersteller in Milchaustauschfutter eingemischt werden. Der pH-Wert der Tränke und damit deren konservierende Wirkung ist dann nur noch von der Milchaustauscherkonzentration in der Tränke abhängig. Mit Ca-Formiat allein wird aber kein ausreichend niedriger pH-Wert in der Tränke erreicht, der für das Konservierungsmittel erforderlich ist, da der nicht dissoziierte antimikrobiell wirksame Anteil der Säure mit sinkendem pH-Wert ansteigt (SCHORMÜLLER, 1966).

Der erst bei niedrigen pH-Werten auftretende Konservierungseffekt beruht darauf, daß nicht die hydrophilen Säureanionen sondern nur die nicht dissoziierten Verbindungen infolge ihrer Lipoidlöslichkeit durch die semipermeable Zellmembran der Mikroorganismen wandern (SOUCI, 1960).

Schon bald (1976) brachte ein Futtermittelhersteller Milchaustauschfutter für die Kalttränke auf den Markt, dem bereits bei der Herstellung ein Konservierungsmittel zugesetzt worden war; der spätere Zusatz flüssiger Ameisensäure zur Tränke konnte dadurch entfallen (zum Patent angemeldet). Bei einer Tränkekonzentration von 100 g/l wird ein Tränke-pH-Wert von 4,0 - 4,5 erreicht.

Der Konservierungseffekt läßt sich relativ einfach mit bakteriologischen Methoden überprüfen. Milchproben werden mit definierten Kulturen beimpft und über mehrere Tage beispielsweise hinsichtlich Gesamtkeimzahl, Wachstum von E.Coli, Schimmel und Hefen sowie Veränderungen des pH-Wertes beobachtet.

Über derartige Untersuchungen (durchgeführt von Futtermittelherstellern) berichten BECK et al.(1977). Die Interaktion zwischen Konservierungsstoff und pH-Wert bezüglich der keimhemmenden Wirkung geht aus den Abbildungen 1 und 2 (Seite 10/11) hervor. Bei 2 verschiedenen pH-Werten - 4,0 und 5,0 - wurde ein Milchaustauscher (auf Molkenbasis) mit Formiatzusatz einem Milchaustauscher ohne Konservierungsmittel gegenübergestellt.

Die Milchaustauscher wurden mit einer wäßrigen Suspension von folgendem Keimgehalt beimpft:

Gesamtkeimzahl	~ 6 Millionen/l
Schimmel	~ 600/l
Hefen	~ 300/l

Die Aufbewahrung erfolgte bei Raumtemperatur (20°C). Die Veränderung der Keimzahlen wurde nach ein, zwei und drei Tagen abgelesen.

Der pH-Wert blieb bei Lagerung über 3 Tage in allen Proben nahezu unverändert. Aus der graphischen Darstellung (Abb.1, S.10) ist zu ersehen, daß allein durch Ansäuern mit HCl eine gewisse konservierende Wirkung erzielt werden konnte. So verringerte sich die Gesamtkeimzahl bei pH 4,0 im Versuchszeitraum um die Hälfte, während bei pH 5,0 ein Anstieg um 150 % gemessen wurde. Das Wachstum von Schimmelpilzen wurde durch Erniedrigung des pH-Wertes kaum gehemmt. Dagegen wurden die Hefen durch den niedrigen pH-Wert in ihrer Vermehrung deutlich gehemmt.

Die Abbildung 2 (Seite 11) zeigt die konservierende Wirkung von Ca-Formiat, das in der geprüften Konzentration bei pH 5,0 sowohl Gesamtkeimzahl als auch Hefeorganismen zurückdrängte. Lediglich die Zahl der Schimmelpilze stieg trotz Formiatzusatz an. Bei pH 4,0 war unter Anwesenheit von Ca-Formiat auch für diese Keime kein Wachstum mehr möglich.

In ähnlich angelegten Untersuchungen von weiteren Futtermittelherstellern - nicht veröffentlicht - sollen E.Coli-Bakterien bei einem pH-Wert von 4,2 ohne Zusatz eines Konservierungsmittels ab dem dritten Tag nicht mehr nachgewiesen worden sein.

Abb.: 1

Beziehung zwischen Keimgehalt, pH-Wert und Konservierungsstoff in der Tränke

Kontrolle (ohne Konservierungsstoff Ca-Formiat)

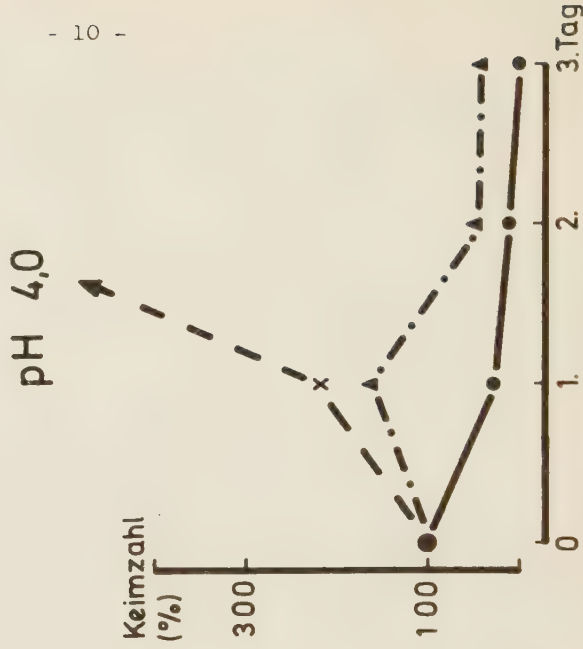
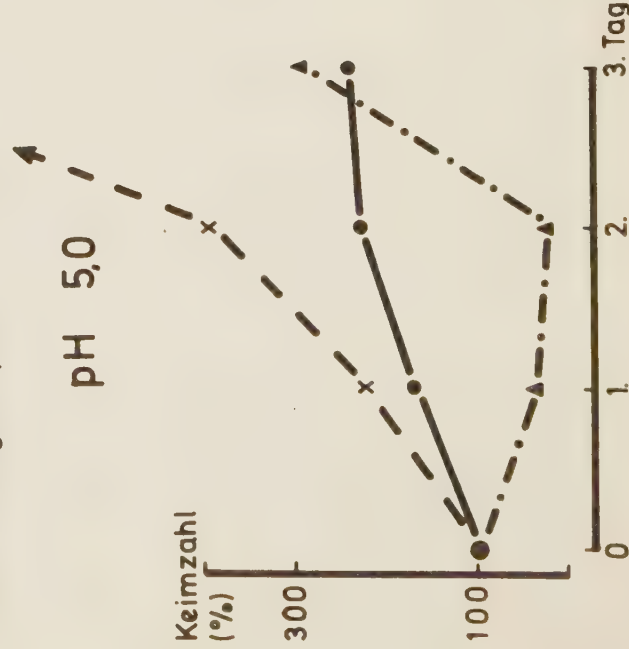
100 g MAT (Molkenbasis) / l Tränke

Ausgangs-pH : 4,1

pH-Einstellung durch 1N NaOH bzw. 1N HCl

Aufbewahrungstemperatur : 20° C

x — x Schimmel
▲ — ▲ Hefen
● — ● GKZ



Beziehung zwischen Keimgehalt, pH-Wert und Konservierungsstoff in der Tränke

3% Konservierungsstoff (Ca-Formiat) im Milchaustauschfutter

100 g MAT (Molkenbasis) / l Tränke

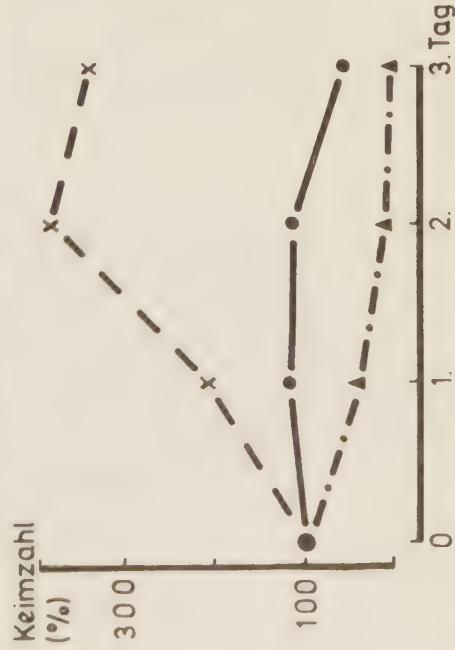
Ausgangs-pH: 4,1 pH-Einstellung durch 1N NaOH bzw. 1N HCl

Aufbewahrungstemperatur: 20° C

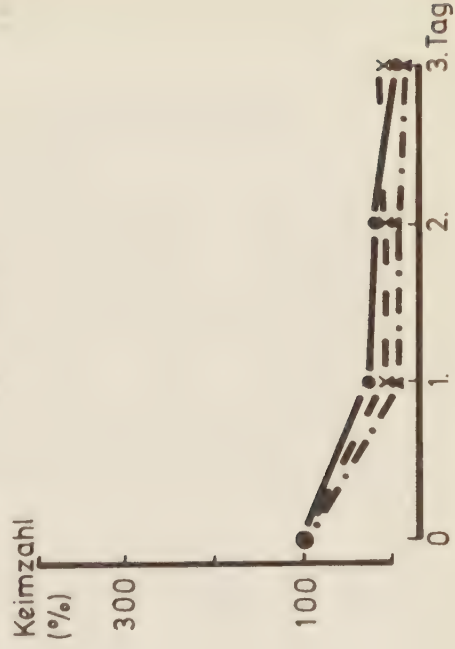
x — Schimmel ▲ — — — Hefen

● — GKZ

pH 5,0



pH 4,0



2.1.2. Geeignete Milchaustauschfutter

Bei Zugabe von 0,3% Ameisensäure oder anderen pH-wirksamen Konservierungsmitteln zu bisher üblichen Milchaustauschern mit 60% Magermilchanteil ist eine starke Kaseinausflockung zu beobachten. Die beim Kalttränkesystem verwendeten Schlauchleitungen und Rückschlagventile können leicht verstopfen; außerdem tritt eine Entmischung und Sedimentation während der Vorratshaltung ein. v.BOTHMER entwickelte daher 1975/76 einen "Spezialmilchaustauscher" mit nur 10% Magermilchpulver.

Tab. 1: Zusammensetzung des Spezialmilchaustauschers für die Kalttränke (v.BOTHMER, 1977a)

71,5% Molkenpulver	}	81,5% Milchprodukte
10,0% Magermilchpulver		
10,5% Fettkonzentrat, (ohne nähere Bezeichnung)		
5,0% Fischmehl, hydrol., hochproz.		
3,0% Mineral- und Wirkstoffe		

Die im Handel befindlichen Milchaustauscher für Kalttränke sind im allgemeinen magermilchfrei. Anstelle von Magermilch wird auch abweichend von diesem Rezepturbispiel teilentzuckertes Molkenpulver, Sojaeiweiß und Kartoffeleiweiß eingesetzt. Aber auch bei derartigen Milchaustauschern ist nach längerem Stehenlassen mit einer Sedimentation zu rechnen, wenn kein Rührwerk (mit Zeitschaltung) vorhanden ist.

Über den Einsatz von Milchsubstituten wie Soja, Protein und Fischproteinkonzentrat liegen zahlreiche Untersuchungen vor (ROY, 1970 und 1974; GROPP, 1972 und 1975; ERBERSDOBLER, 1972; SMITH und SISSONS, 1975; u.a.). Milchfremde Proteine gelten nach diesen Untersuchungen - besonders für junge Kälber - als schlechter verdaulich. Als Beispiel dient die folgende Tabelle (ROY and STOBO, 1974).

Tab. 2: Scheinbare Proteinverdaubarkeit in Abhängigkeit von Proteinquelle und Alter der Kälber

	<u>Proteinverdaubarkeit (%)</u>	
	10 Tage alte Kälber	31 Tage alte Kälber
TMM *)	86	94
Fischprotein (33% des Fut- terproteins)	74	83
Fischprotein (61% des Fut- terproteins)	71	75
Sojaprotein (36% des Fut- terproteins)	71	84
Sojaprotein (70% des Fut- terproteins)	60	66

*) TMM = Trockenmagermilch, sprühgetrocknet

Der Einsatz von Magermilch in der Kalttränke wird aber aus agrarpolitischen Gründen (Milchüberschuß) angestrebt. Seit kurzem wird daher von STOLPMANN (1978) und v.BOTHMER (1977a) magermilchhaltiges Milchaustauschfutter dann für Kalttränke empfohlen, wenn ein Rührwerk mit Zeitschaltung eingesetzt wird oder viskositätserhöhende Zusätze in die Tränke eingemischt werden. Auch die gegenwärtige Entwicklung neuer Technologien zur Erzielung besserer Fetteulsionen dürfte künftig den Einsatz von Magermilch in Milchaustauschern für Kalttränke wieder begünstigen.

2.2. Fütterungsversuche

2.2.1. Akzeptanz der Kalttränke

Nach v.BOTHMER (1976) wird die Kalttränke von jungen Kälbern sofort und ohne Angewöhnungszeit (vgl.Seite 5/6) aufgenommen. Bei älteren Kälbern muß mit Akzeptanzschwierigkeiten gerechnet werden, besonders wenn die Tiere schon an Rauhfutter gewöhnt sind. Diese Beobachtung bei älteren Kälbern machte auch COENEN (1977).

Die aufgenommene Tränkemenge soll im Mittel über 8 Wochen (Zeit bis zur Entwöhnung) bei 10 Liter pro Tag (100 g Futter /1 Tränke) liegen. HOFMANN (1978) stellte fest, daß der Tränkeverbrauch bei schweren Kälbern (ca. 70 kg) bis auf 17 Liter je Tag/Tier ansteigen kann.

Dagegen beobachteten PALLAUF und BRUNE (1978) in einem Versuch mit 24 Tieren, daß Rotbunte Kälber (8 Tage alt) in Einzelhaltung nur wenig Kalttränke aufnahmen. Durch den geringen Futterverzehr kam es zu einem gestörten Allgemeinbefinden der Tiere; auch ein Anwärmen der Tränke konnte die Nahrungsaufnahme nicht steigern. So mußte nach der ersten Versuchswoche bis zur Kräftigung der Tiere auf neutrale Tränke umgestellt werden (für 2 Wochen). Danach nahmen die Kälber Kalttränke problemlos auf.

Eine Temperatur der Tränke von 15 bis 18°C hat sich nach v.BOTHMER (1977b) als besonders günstig erwiesen. Bei Temperaturen von 2 bis 3°C wird nur noch sehr wenig Tränke aufgenommen; bei Krankheiten mit mangelnder Sauglust kann durch eine Temperaturerhöhung der Tränke auf 25 bis 28°C die Verzehrmenge gesteigert werden. Nach überstandener Krankheit muß die Tränketemperatur wieder auf Stalltemperatur gesenkt werden, damit nicht zuviel Milch aufgenommen wird. Diese Korrelation von Tränkemenge und Tränketemperatur sieht auch COENEN (1977).

Von einer positiven Korrelation pH-Wert zu Verzehr berichten BECK et al. (1977); die Beobachtungen wurden in einem Mastversuch mit 47 Kälbern gemacht (vgl. Tabelle 3).

Allerdings trat die durch den niedrigen pH-Wert ausgelöste Verzehrdepression überwiegend in der zweiten Hälfte der Mast in Erscheinung (Futterkonzentration 180 - 260 g/l Tränke).

Tab. 3: Korrelation pH-Wert zu Verzehr in
der Kälbermast

MAT-Konzentration ¹⁾	pH-Wert in der Tränke			
120 g	6,6	6,1	5,4	5,2
240 g	6,4	5,9	5,3	5,0
MAT-Verzehr in 94 Tagen (kg)	192,1	185,5	182,3	152,5

¹⁾MAT = Milchaustauscher

2.2.2. Tägliche Zunahmen und Futterverbrauch

v.BOTHMER (1977a) stellt die täglichen Zunahmen bei magermilcharmer und magermilchreicher Kalttränke gegenüber (Tabelle 4).

Die Daten entsprechen einer durchschnittlichen täglichen Zunahme von 667 g/Tag bei den magermilcharmen Gruppen und 661 g/Tag bei den magermilchreichen Gruppen. Über den zusätzlichen Verbrauch an Heu und Kraftfutter werden keine Angaben gemacht.

Vergleichsdaten über die Zunahmen von konventionell ernährten Kälbern sind nicht angegeben.

Tab. 4: Tageszunahmen in der Kalttränkeperiode mit TMM-armen und TMM-reichen Milchaustauschern

Vers.- jahr	Anzahl der Kälber	Gewicht b.Kalt- tränke- beginn in kg	TMM-*) anteil in %	Milch- bestand- teil ins- gesamt in %	Zunahme in g/Tg bis zum 5.Leb.- tag
75/76	10	47,3			638
75/76	18	48,1			686
76/77	12	43,8	10,0	81,5	758
75/76	6	39,5			629
75/76	12	41,8			595
76/77	12	43,0			678
75/76	10	41,0	60,0	86,0	704
76/77	52	41,0			649

*) TMM = Trockenmagermilch

Weiter vergleicht v.BOTHMER (1976) den Futterverbrauch für die Aufzucht nach der Kalttränkemethode mit dem Futterverbrauch für die Aufzucht nach der Frühentwöhnungsmethode. Der Futterverzehr wurde an jeweils 10 Kälbern in Einzelhaltung bis zur 17. Lebenswoche gemessen.

Tab. 5: Mittlerer Futterverbrauch

Futtermittel- typ	Kalttränke- methode (Verbrauch in kg)	Frühentwöhnungs- methode (Verbrauch in kg)
Biestmilch	25,0 ¹⁾	55,0 ²⁾
Milchaustauscher	34,5	25,2
Ameisensäure	1,0	---
Kälberstarter	10,9	11,0
Kälberauf- zuchtfutter	115,1	119,5
Heu	74,5	88,0
tägl. Zunahme g/Tag	803	743

1) 6 Tage

2) 13 Tage

Der höhere Verbrauch an Milchaustauscher in der Kalttränkegruppe wird der kürzeren Biestmilchperiode dieser Gruppe zugeschrieben.

Auch von RAUE (1977) liegen exakte Daten über den Futterverbrauch und die tägliche Zunahme bei einer Standardtränke mit Frühentwöhnung und bei Kalttränke (Entwöhnung nach 42 Tagen) vor.

Tab. 6: Futterverbrauch und tägliche Zunahme

	Standardtränke		Kalttränke
	Tränke 2xtgl.	Tränke 1xtgl.	ad libitum
Verbrauch (kg) an			
Milchaustauscher	25,0	17,5	30,0-35,0
Kraftfutter bis zum 42. Tag	13,0	19,5	7,0
Kraftfutter ¹⁾	130,0	150,0	100,0
Heu ¹⁾	20,0	20,0	20,0
Silage ¹⁾	100,0	130,0	100,0
Anfangsgewicht (kg)	43,6	43,8	41,5
Tägl. Zunahme (g/Tag)			
gesamte Versuchs- dauer	811	740	836
Milchperiode	555	413	662
Nachmilchperiode	997	978	956
Tierzahl	28	28	26
Gesamtversuchsdauer	100 Tg.	100 Tg.	103 Tg.

¹⁾über den gesamten Zeitraum

In der Kalttränkegruppe wurde mehr Milchaustauscher aber weniger Kraftfutter verbraucht als beim üblichen Tränkeverfahren. Dabei erzielten die kalt getränkten Tiere in der 42 Tage dauernden Milchperiode bessere tägliche Zunahmen als die warm getränkten Kälber. Dies wird durch den höheren Tränkeverbrauch und die damit verbundene bessere Nährstoffversorgung erklärt. Die geringeren Zunahmen nach der Umstellung führt RAUE (1977) auf die schlechtere Gewöhnung an Rauhfutter zurück (höherer MAT-Verbrauch und niedrigerer Kraftfutterverbrauch während der Milchperiode).

Daten über die Futtermittelverwertung von kalt getränkten Tieren wurden bisher nicht veröffentlicht.

2.2.3. Ergebnisse aus Stoffwechselversuchen

PALLAUF und BRUNE (1978) führten mit Rotbunten Kälbern Stoffwechselversuche durch. 24 Tiere - einzeln gehalten - wurden mit 4 Rationen gefüttert. Die Futterrationen waren energieäquivalent (bezogen auf kJ, errechnet); der Proteinanteil in der neutralen Kontrollration (A) - warm gefüttert - betrug 23%, bei den 3 Versuchsrationen - kalt verabreicht - 20%. Die kalten Tränken waren mit Ameisensäure (B), Fumarsäure (C) oder mit Fumarsäure und Fumarat (D) konserviert.

Zur Zeit des eigentlichen Stoffwechselversuches erhielten die Tiere kein Heu und Kraftfutter, nur Wasser und Milchaustauscher. Die ad libitum Tränke wurde durch 6 Mahlzeiten am Tag simuliert.

In der Nährstoffverdaubarkeit wurden für die 3 Kalttränkegruppen niedrigere Werte ermittelt.

Tab. 7: Scheinbare Verdaubarkeit (%)

Gruppe	Rohprotein	Rohfett
(A)	88,7 a	92,0 a
(B)	76,8 b	84,2 b
(C)	79,4 b	86,4 b
(D)	80,0 b	89,0 a

b= Wert gegenüber a signifikant reduziert

Signifikante Unterschiede bei der N-Bilanz und den täglichen Zunahmen wurden nicht gefunden. Die Versuchsanstellung läßt offen, ob die niedrigeren Werte in der Nährstoffverdaubarkeit auf den Zusatz der Konservierungsmittel, die Tränketemperatur oder auf die unterschiedlichen Futterrationen zurückzuführen sind.

HOFFMANN (1978) berichtet, daß der Hämatokrit und der Hämoglobingehalt bei kalt getränkten Tieren mit zunehmendem Alter weniger stark absanken als sonst üblich. Unverändert blieben dagegen der Serum-elektrolytgehalt (Na, K, Mg, P und Cl) sowie der pH-Wert im Blut. Auch bei den täglichen Zunahmen konnte er keine Unterschiede feststellen.

2.2.4. Gesundheitszustand

Unterschiedliche Meinungen herrschen über die Auswirkung von Kalttränke auf den Gesundheitszustand von Kälbern.

Weitgehend übereinstimmend wird bei Verfütterung von Kalttränke ein dünnbreiiger, aber nicht durchfallartiger Kot von olivgrüner Farbe beobachtet (v.BOTHMER, 1977b; PALLAUF und BRUNE, 1978; HOFMANN, 1978; Praxisberichte in TOP AGRAR, 1976/77).

Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland läßt sich die Kälberverlustrate (innerhalb von 3 Monaten post partum verendete Tiere in Prozent der lebend geborenen Kälber) nach 8 regionalen Angaben und 7 überregionalen Schätzungen mit 5 - 20 % beziffern, bei einem Mittelwert von 9 % (BACH, 1972). RAUE (1977) beziffert die Verlustrate auf annähernd 10 %.

Nach FRERKING (1975) entfallen 62 bzw. 38 % der Gesamtverluste von primiparen bzw. multiparen Geburten auf die perinatale Periode, ca. 75 % der postnatalen Verluste sind auf die ersten beiden Lebenswochen zu datieren. 60 % der durch Infektionen bedingten Todesfälle werden durch E.Coli-Infektionen verursacht.

In Betrieben mit hohen Aufzuchtverlusten durch E.Coli-Erkrankungen soll die Kalttränke die Mortalitätsrate herabsetzen. So berichtet v.BOTHMER (1977a) von 39 landwirtschaftlichen Betrieben, die bisher mit den üblichen Aufzuchtmethoden 9,8 % Verluste hatten (185 von 1893 Schwarzbunten Kälbern). Ein Jahr später - jetzt wurde Kalttränke verabreicht - lag die Ausfallrate nur noch bei 3,6 % (41 von 1139). Allerdings fehlen Vergleichsgruppen innerhalb des gleichen Jahres mit kalt und warm getränkten Tieren.

In Berichten aus landwirtschaftlichen Betrieben (Zeitschr. TOP AGRAR, 1976) wird ebenfalls von verringerten Coli-Problemen gesprochen.

Ungeklärt ist aber, warum Coli-Erkrankungen in ihrer Häufigkeit durch Kalttränke zurückgedrängt werden sollen.

FRERKING (1976) nennt dafür 3 mögliche Gründe:

- 1) Der niedrige pH-Wert in der Tränke und die niedrige Temperatur verhindern ein zu hastiges Saufen sowie die Aufnahme von großen Tränkemengen auf einmal. Durch kleine Portionen Tränke besteht keine Gefahr der Labmagenüberfüllung, die Durchfälle verursachen kann.
- 2) Die Ameisensäure nimmt den Gerinnungsvorgang der Milch, der sich im Labmagen vollzieht, vorweg. Somit entfallen Verdauungsstörungen, die durch ungenügende Labgerinnung entstehen können.
- 3) Durch den niedrigen pH-Wert wirkt die Tränke bakterizid.

COENEN (1977) meint dagegen, daß kalt getränkte Kälber gegen massive Krankheitseinbrüche (Grippe-, aber auch Coli- und Salmonellen-Erkrankungen) weniger widerstandsfähig waren.

v.BOTHMER (1977) konnte keine Beziehung zwischen Grippeanfälligkeit und Kalttränke beobachten.

Ferner bemerkte COENEN (1977) an kalt getränkten Kälbern im Alter von 2 bis 4 Wochen ein Muskel-

zittern, was auch v.BOTHMER (1978) bei sehr niedriger Tränketemperatur feststellte.

2.2.5. Wirtschaftlichkeit

Zwei Faktoren bestimmen die Wirtschaftlichkeit eines Kälberaufzuchtverfahrens:

- 1) Verbrauch an teuren bzw. billigen Futtertypen
- 2) Aufwand an Arbeitszeit

Dies bedeutet für das Kalttränkeverfahren, daß der Verbrauch an Milchaustauschfutter nicht höher liegen sollte als bei der Frühentwöhnungsmethode. Damit verbunden wäre dann auch ein relativ reichlicher Verzehr an billigerem Kraftfutter.

v.BOTHMER (1976) berichtet über einen annähernd gleichen Verbrauch an Kälberstarter und Kälberaufzuchtfutter bei insgesamt aber höherem Milchaustauscherverbrauch (Kolostralmilch + Milchaustauschfutter) der kalt getränkten Kälber. Eine Schätzung (nicht exakt gleiche Versuchsbedingungen) führt zu dem Schluß, daß die kalt getränkten Kälber mindestens 5 kg Milchaustauschfutter mehr aufgenommen haben müssen als die nach dem early weaning System getränkten Kälber.

RAUE (1977) stellte bei um 3 Tage verlängerter Aufzuchtdauer einen 5 - 17 kg höheren Verbrauch an Milchaustauschfutter in der Kalttränkegruppe fest bei gleichzeitig und nachfolgend (nach Entwöhnung) deutlich geringerem Verbrauch an Kälberstarter und Kraftfutter.

Bei ständig steigenden Lohnkosten ist der Aufwand an Arbeitszeit von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung.

Da die Kalttränke für 3 Tage im voraus angerührt werden kann und daher nicht 2mal täglich zubereitet sowie über Eimer einzeln angeboten werden muß, wird im Zusammenhang mit Kalttränke meist auf eine erhebliche Arbeitszeiterparnis hingewiesen.

v.BOTHMER (1977a) ermittelte in einer Arbeitszeitberechnung eine Arbeitszeitdifferenz von etwa 8 Stunden je Kalb zugunsten der Kalttränkemethode gegenüber herkömmlichen Verfahren.

Aus der Publikation geht nicht hervor, für welche Zeiteinheit (z.B. Aufzuchtperiode, Jahr bezogen auf Kälberstellplatz) diese Berechnung vorgenommen wurde. Bei einem Vergleich mit den weiter unten angegebenen Daten von RAUE (1977) müßte gefolgert werden, daß 8 Stunden Arbeit pro Kälberstellplatz (bei nahezu kontinuierlicher Belegung während eines Jahres) weniger anfallen.

Allerdings schränkt v.BOTHMER ein, daß Zukaufkälber manchmal das Saugen verlernt haben und unter höherem Zeitaufwand wieder an die Sauger gewöhnt werden müssen.

Folgenden Arbeitszeitbedarf für verschiedene Aufzuchtmethoden gibt RAUE (1977) an:

	Warmtränke		Kalttränke
	Tränke 2x tgl.	Tränke 1x tgl.	ad libitum
min. ¹⁾	1,5-2,0	1,0-1,5	0,4-1,0

¹⁾Arbeitszeit in Minuten je Tier und Tag

Die Arbeitszeiterparnis durch das Kalttränkeverfahren begründen MEIJER/BOXEM (1973) und v.BOTHMER (1977b) mit:

Zubereitung der Tränke nur alle 3 Tage,

Reinigung der Tränkevorrichtungen nur einmal pro Woche und

dazwischen nur Kontrollgänge (2mal täglich).

Dieser Arbeitszeiterparnis steht nach Auffassung von COENEN (1977) ein erheblicher, zeitlicher Mehraufwand zu Beginn der Aufzuchtperiode gegenüber ("aufwendiges Gewöhnen der Kälber an die kalte Tränke").

Auch die als Arbeitszeiterparnis genannten Kontrollgänge("nur Kontrollgänge") müssen sorgfältiger durchgeführt werden, ansonsten besteht die Gefahr, daß erste Anzeichen einer Gesundheitsstörung - wie Verweigerung der Nahrungsaufnahme - zu spät erkannt werden. Insgesamt zieht COENEN (1977) das Vorliegen einer Arbeitszeiterparnis überhaupt in Zweifel. Allenfalls die zeitliche Arbeits-einteilung kann variabler gestaltet werden.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Erste orientierende Untersuchungen galten der Überprüfung verschiedener Konservierungsmittel im Labormaßstab. Als Kriterien wurden herangezogen der Verlauf des pH-Wertes über 3 Tage sowie der Eintritt des grobsinnlich wahrnehmbaren mikrobiellen Verderbs.

In den 3 anschließenden tierexperimentellen Untersuchungen an insgesamt 127 Kälbern wurden verschieden zusammengesetzte Milchaustauschfutter mit unterschiedlichen pH-Werten und Tränketemperaturen eingesetzt. Die Versuche I und II wurden in Einzelhaltung durchgeführt. Als Kriterien dienten hier im wesentlichen Wachstum und Futterverwertung; zusätzlich wurden pH-Wert-Messungen in Blut, Fäzes und Urin sowie Bestimmungen der Rohnährstoffverdaubarkeit vorgenommen. In Versuch II wurde schließlich noch die Konzentration von Natrium, Kalium und Phosphor in Blut und Harn gemessen. Versuch III diente insbesondere der Akzeptanzprüfung einer Kalttränke an etwa 7 Tage alten Kälbern in Gruppenhaltung.

3.1. Konservierungsversuch

3.1.1. Versuchsplan und Durchführung

Der Konservierungsversuch wurde an 2 Standardmilchaustauschfuttern (Milchaustauschfutter mit Magermilch- und Milchaustauschfutter auf Basis von Molkenprodukten und Sojaproteinkonzentrat) durchgeführt.

Die eingesetzten Konservierungsmittel und ihre molaren Konzentrationen sind in Tabelle 8 zusammengestellt.

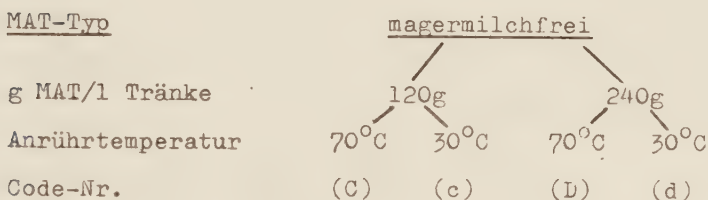
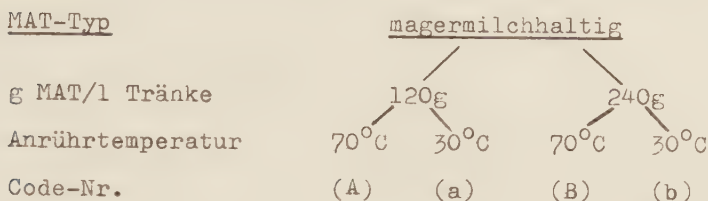
Tab. 8:

Konservierungsmittel

Code-Nr.	Konservierungsmittel	Molare Konz. (mmol/l)		Molare Konz. (mmol/kg)	
		in der Tränke		im Milchaustauschfutter	
		bei 120g/l	bei 240g/l	bei 120g/l	bei 240g/l
(1)	Ameisensäure (85%, 3 ml/l)	-----	67,6	563,0	282,0
(2)	Ca-Formiat (5,1g/l)	-----	80,1	667,5	333,8
(3)	Propionsäure (99%, 3 ml/l)	-----	39,8	332,5	166,3
(4)	Ca-Propionat (3,8g/l)	-----	41,4	345,0	172,5
(5)	Propionsäure (99%, 14 ml/l)	-----	185,3	1544,2	772,1
(6)	Ca-Formiat (30g/kg MAT) ¹⁾	56,5	113,0	-----	471,0
	u. Citronensäure (30g/kg MAT)	31,2	62,6	-----	260,1
(7)	Ca-Propionat (30g/kg MAT)	39,2	78,5	-----	326,4
	u. Citronensäure (30g/kg MAT)	31,2	62,6	-----	260,1
(8)	Ca-Formiat (30g/kg MAT)	56,5	113,0	-----	471,0
	u. Citronensäure (60g/kg MAT)	62,4	124,8	-----	520,2
(9)	Ca-Propionat (30g/kg MAT)	39,2	78,5	-----	326,0
	u. Citronensäure (80g/kg MAT)	83,2	166,5	-----	693,6
(10)	Ameisensäure (85%, 1 ml/l)	-----	22,5	186,7	93,3
(11)	Propionsäure (99%, 1 ml/l)	-----	13,3	110,8	55,4
(12)	Citronensäure (10g/kg MAT)	10,4	20,8	-----	86,7

¹⁾ MAT = Milchaustauschfutter

Insgesamt wurden 8 Versuchsreihen durchgeführt:



Die Versuchsreihen (jeweils mit 4 Wiederholungen) wurden 3 Stunden, 1, 2 und 3 Tage nach dem Ansetzen beurteilt.

Als Beurteilungskriterien dienten:

1) pH-Wert

Der mit den angeführten Konservierungsmitteln erreichte pH-Wert (3 Stunden) und die pH-Wert-Änderung nach 1, 2 und 3 Tagen als Ausdruck mikrobieller Vorgänge wurden mit einem pH-Meter (Fa. WTW) mit Digitalanzeige und Einstabmeßkette gemessen.

2) Keimwachstum

Makroskopisch erkennbare Koloniebildung und

Geruchsveränderungen wurden jeweils subjektiv beurteilt mit:

"-"	keine Veränderungen
"+"	geringgradige Veränderungen
"++"	deutliche Veränderungen

Diese zwei Bewertungen (Keimwachstum und Geruchsveränderung) sind gemittelt und als "Keimwachstum" angegeben.

3) Stabilität

Sedimentation und Flotation wurden in cm gemessen und jeweils bezeichnet als:

"-"	nicht meßbar
"+"	bis 2 cm Bodensatz bzw. Flotation
"++"	über 2 cm Bodensatz bzw. Flotation

Entsprechend wurde die Ausflockung beurteilt mit:

"-"	keine Ausflockung
"+"	leichte Ausflockung
"++"	starke Ausflockung

Diese drei Beurteilungspunkte sind gemittelt als "Stabilität" angegeben.

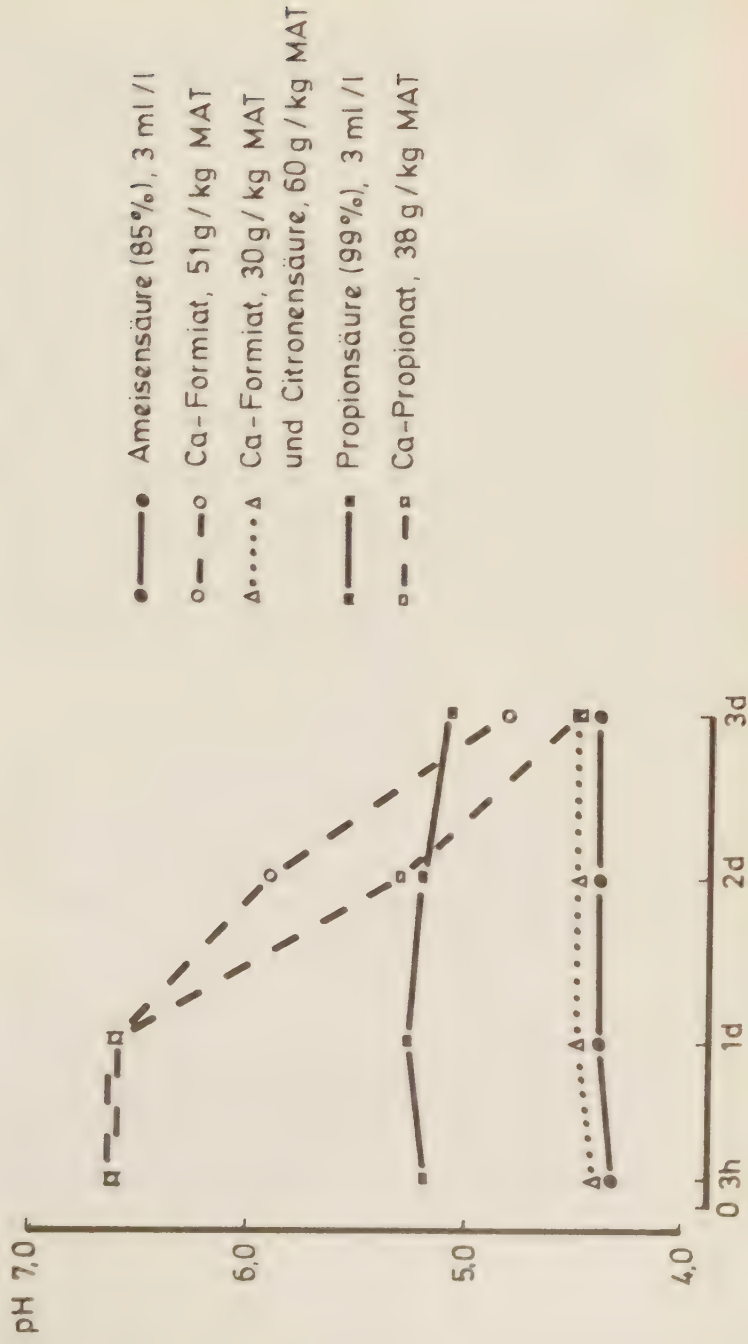
3.1.2. Ergebnisse

Zwischen den Versuchsreihen mit 70°C bzw. 30°C Anrührtemperatur konnten in den untersuchten Kriterien keine deutlichen Unterschiede festgestellt werden.

Die Abbildung 3 (Seite 31) gibt einen Überblick über den Einfluß einiger Konservierungsmittel auf den Tränke-pH-Wert.

Abb. 3

pH-Wert-Verlauf bei 120 g Milchaustauschfutter / l Tränke
im Mittel beider MAT-Typen und Ansetztemperaturen



Durch die Säurezugabe wurden bei der Tränkekonzentration von 120 g/l niedrigere pH-Werte als bei der Tränkekonzentration von 240 g/l erzielt (im Mittel aller Versuchsreihen: pH 4,3 und pH 4,5 mit Ameisensäure, pH 5,2 und pH 5,5 mit Propionsäure).

In der konservierenden Wirkung der Säuren konnte allerdings kein Unterschied für die beiden Tränkekonzentrationen gefunden werden. Das Auftreten von Sedimentation, Flotation und Ausflockung war besonders bei Zugabe der freien Säuren (Ameisensäure und Propionsäure) festzustellen. Eindeutige Unterschiede zwischen den beiden MAT-Typen mit und ohne Magermilch wurden nicht beobachtet. Das Stabilitätsverhalten wurde durch die höhere Milchaustauscherkonzentration erheblich verbessert. Dagegen wurde in späteren Beobachtungen bei größeren Tränkemengen (ca. 100 l) mit steigender Futterkonzentration in der Tränke kein verbessertes Stabilitätsverhalten bemerkt.

Der Zusatz von 0,3% Ameisensäure zur Tränke erniedrigte den pH-Wert auf 4,2 bis 4,7 (höhere pH-Werte bei der höheren Tränkekonzentration von 240 g/l) und verhinderte makroskopisch erkennbare mikrobielle Zersetzung. Der Ausgangs-pH-Wert blieb über 3 Tage konstant.

Mit Ca-Formiat (trotz Überschreitung einer äquimolaren Säurekonzentration) konnte der pH-Wert kaum gesenkt werden. Die Wirkung von Ca-Formiat kann folglich mit dem Zusatz von freier Säure nicht verglichen werden. Es wurden pH-Werte zwischen 6,4 und 6,7 gefunden (erst ein Ca-Formiat-Anteil von ungefähr 20% im Milchaus-

tauschfutter führte zu einer deutlichen Verminderung des pH-Wertes in den Bereich von 6,0). Mikrobielle Vorgänge konnten allein mit Ca-Formiat nicht verhindert werden.

Mit 0,3% Propionsäure konnte nicht der gleiche niedrige pH-Wert wie mit Ameisensäure erzielt werden (pH-Wert 5,2 bis 5,6). Auch wurde teilweise mikrobielle Zersetzung beobachtet. Entsprechend wie Ca-Formiat beeinflusste Ca-Propionat kaum den pH-Wert und das Keimwachstum.

Um mit Propionsäure einen ähnlichen pH-Wert wie mit 0,3% Ameisensäure zu erreichen (pH-Wert 4,3 bis 4,8), war der Zusatz von erheblich mehr Säure (1,4%) notwendig. Aber auch bei dieser Säuremenge wurden teilweise noch mikrobielle Vorgänge bemerkt.

Die Salze der Ameisensäure und Propionsäure erniedrigten den pH-Wert erst in Verbindung mit Citronensäure und konnten nur dann Keimwachstum weitgehend verhindern. Ein eindeutiger Unterschied zwischen Ca-Formiat und Ca-Propionat war nicht zu erkennen. Der Zusatz von 3% Citronensäure gemeinsam mit 3% Ca-Formiat bzw. Ca-Propionat ergab im Mittel einen pH-Wert von 4,9 bis 5,4; mit 6% bzw. 8% Citronensäure wurden im Mittel pH-Werte von 4,3 bis 5,0 erreicht.

Mit 1,0% Citronensäure im Milchaustauschfutter, 0,1% Ameisensäure bzw. 0,1% Propionsäure in der Tränke wurden pH-Ausgangswerte von 5,5 bis 6,4 erzielt (niedrigste pH-Werte wieder mit Ameisensäure). Ein ausreichender Schutz vor mikrobieller Zersetzung

war damit nicht gegeben.

Über die Einzelergebnisse (aufgeführt ist jeweils der Mittelwert aus den 4 Wiederholungen) informieren die Tabellen A 1 bis A 16 im Anhang.

3.2. Fütterungsversuch I

Folgende Gesichtspunkte wurden untersucht:

- 1) Wird Kalttränke in Einzelhaltung von relativ alten Kälbern (ca. 4 Wochen alt) ohne zusätzliche Versorgung mit Wasser, Heu und Kraftfutter akzeptiert ?
- 2) Wird eine eventuelle Verzehrdepression überwiegend durch den niedrigen pH-Wert oder durch die niedrige Temperatur der Tränke hervorgerufen ?
- 3) Werden Zunahmen, Futterverwertung und Nährstoffverdaubarkeit durch Kalttränke beeinflusst ?

3.2.1. Versuchsplan und Durchführung

3.2.1.1. Versuchsanstellung

Einer Gruppe mit konventionellem Milchaustauschfutter (67% Magermilchanteil) wurden drei Gruppen mit magermilchfreiem Milchaustauschfutter, welches in saurer Tränke (pH-Wert ca. 4,2) verfüttert wurde, gegenübergestellt. Die drei "Sauergruppen" unterschieden sich hinsichtlich der Säurequelle (saures Molkenpulver: Ameisensäure). Eine Ration davon wurde sowohl bei Stalltemperatur wie auch bei 30°C angeboten. Eine fünfte Ration (pH-Wert ca. 5,8) enthielt Magermilchpulver und saures Buttermilchpulver.

Der genaue Versuchsplan ist der Tabelle 9 zu entnehmen.

Nach vier Versuchswochen wurden die Rationsgruppen (3), (4) und (5) auf die konventionelle Ration (1) umgestellt. Die Ration (2) wurde bis Versuchsende mit einem pH-wert von etwa 5,8 angeboten.

Tab. 9: V e r s u c h s p l a n

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle ²⁾	Magermilchpulver				
Säurequelle	-	saure Buttermilch	saures Molkenpulver	Molke	-----
Tränke-Temperatur	38°C	38°C	30°C	ca.18°C	ca.18°C
Fütterungs- regime	---2xtägl.nach Tränkplan---				
pH-Wert der Tränke	6,8	5,7	-----4,2-----		
Tierzahl ¹⁾	12	11	10	12	11

1) Zahl der Tiere mit ausgewerteten Daten, (bei Versuchsbeginn in allen Gruppen je 12 Kälber)

2) überwiegende Proteinquelle mit mehr als 75% des Rationsproteins

3.2.1.2. Tiermaterial

60 Fleckviehkälber (weiblich) mit einem Durchschnittsgewicht von 71 kg (44 kg bis 92 kg) wurden auf 5 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 12 Tieren verteilt.

Die von einem Händler gekauften Kälber wurden im Abstand von 6 Tagen in Gruppen zu je 30 Tieren angeliefert.

Da die Kälber möglichst bald nach der Anlieferung kalt getränkt werden sollten, mußte der Versuch mit der einen Hälfte der Tiere (jeweils in einem separaten Stall) eine Woche früher bzw. später begonnen werden. Entsprechend verschoben sich die Termine für Probennahme, Umstellung auf neutrale Fütterung usw.

3.2.1.3. Versuchsdauer

Anfütterungsperiode (3 Tage):

9. bis 12. August 1977 bzw.
15. bis 18. August 1977

Versuchsperiode (4 Wochen Hauptperiode,
6 Wochen Nachperiode):

12. August bis 19. Oktober 1977 bzw.
18. August bis 25. Oktober 1977

3.2.1.4. Tierhaltung

Der Versuch wurde im Versuchsstall Rottmoos der Fa. Inntaler Mischfutter, Reitmehring, durchgeführt.

Der Stall war durch eine Trennwand in zwei gleichgroße Hälften unterteilt. Beide Stallhälften hatten offene Einzelboxen (Anbindehaltung) mit Holzspaltenboden. Die seitlichen Boxenwände bestanden in der einen Stallhälfte aus Holz, in der anderen aus Metall.

3.2.1.5. Verteilung der Rationsgruppen im Raum

Die Rationsgruppen wurden im Raum nach Zufall verteilt. Die Gruppen-Einteilung in Stall I und in Stall II wurde getrennt im Abstand von einer Woche durchgeführt. Die Verteilung im Raum ist aus Tabelle 10 (Seite 39) ersichtlich.

3.2.1.6. Fütterungsregime

Während der ersten 3 Tage wurden die Kälber langsam angefüttert; die Tränkemenge wurde von 2 auf 3 Liter gesteigert bei gleichzeitiger Erhöhung der Futterkonzentration von 80 auf 100 g/l. Dazu wurde der Milchaustauscher MK 1 der Fa. Inntaler Mischfutter verwendet. In den Gruppen (1), (2) und (3) wurde die Tränke zweimal täglich in Mahlzeiten angeboten, die Kalttränke-Gruppen (4) und (5) konnten ganztägig Tränke aus Nippelleimern ad libitum aufnehmen.

Die Tränkekonzentration in Gruppe (1) wurde bewußt an ein seit langem im Institut verwendetes Tränkeschema angeglichen. Eine entsprechende Erhöhung der Tränkekonzentration in den sauer getränkten Gruppen wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit mit der Fütterungspraxis nicht vorgenommen.

Tab. 10: Verteilung der Rationsgruppen im Raum

<u>S t a l l I</u>			
Stallplatz	Ration	Stallplatz	Ration
	(4)	16	(1)
1	(5)	17	(3)
2	(3)	18	(4)
3	(1)	19	(2)
4	(2)	20	(5)
5	(1)	21	(4)
6	(5)	22	(2)
7	(2)	23	(3)
<u>Süden</u> 8	(3)	24	(1)
9	(4)	25	(5)
10	(4)	26	(3)
11	(1)	27	(4)
12	(5)	28	(1)
13	(2)	29	(5)
14	(3)	30	(2)
15			

S t a l l II

Stallplatz	Ration	Stallplatz	Ration
31	(3)	46	(2)
32	(2)	47	(4)
33	(5)	48	(3)
34	(4)	49	(5)
35	(1)	50	(1)
36	(1)	51	(2)
37	(5)	52	(1)
<u>Süden</u> 38	(4)	53	(5)
39	(2)	54	(3)
40	(3)	55	(4)
41	(1)	56	(2)
42	(4)	57	(4)
43	(3)	58	(1)
44	(2)	59	(3)
45	(5)	60	(5)

Nicht aufgenommenes Futter wurde zurückgemessen.
Bei den ad libitum gefütterten Gruppen (4) und (5) wurde zur Zeit der Morgen- und Abendtränke die nicht aufgenommene Menge gemessen und der Tränkeimer auf je 4 Liter aufgefüllt. Bei leerem Tränkeimer wurden auch außerhalb dieser Zeiten auf 4 Liter nachgefüllt.

Tab. 11: T r ä n k p l a n

Versuchs- woche	Menge/ in % von LM*)	g MAT/1 Gruppe (1)	g MAT/1 Gruppe (2), (3), (4), (5)
1	1,3	100	100
2	<u>Haupt-</u> 1,5	150	120
3	<u>periode</u> 1,7	170	120
4	1,7	170	120
5	1,7	170	150
6	<u>Nach-</u> 1,7	170	170
7	<u>periode</u> 1,9	190	190
8	2,0	200	200
9	2,1	210	210
10	2,2	220	220

*) LM = Lebendmasse (kg)

Die Kalttränke wurde im voraus für 2 bis 3 Tage (nach Bedarf) angerührt und in einem offenen V2A-Behälter aufbewahrt.

Die Tränkeimer (Kunststoff) der ad libitum gefütterten Kälber wurden alle 3 Tage gesäubert, der V2A-Vorratsbehälter alle 2 bis 3 Tage (Reinigung nur mit Wasser und Bürste, kein Spülmittelzusatz).

Die Tränkeimer (Zink) der in Mahlzeiten gefütterten Kälber wurden nach jeder Mahlzeit mit Spülmittel gereinigt.

3.2.1.7. Versuchsrationen

Die Zusammensetzung der Versuchsrationen zeigen die Tabelle 12 sowie die Tabellen 12.1., 12.2. und 12.3. In der Tabelle 13 bzw. 13.1. ist der errechnete bzw. der analysierte Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt der einzelnen Rationen dargestellt.

Den Versuchsrationen waren keine Fütterungs-Antibiotika zugesetzt.

Tab. 12: Rationszusammensetzung (%) Versuch I

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Magermilch ¹⁾	55,0	55,0	-	-	-
Buttermilch (neutral) ¹⁾	5,0	-	-	-	-
Buttermilch (sauer) ¹⁾	-	10,5	-	-	-
Fettkonzentrat	30,0 ⁴⁾	29,5 ⁴⁾	34,0 ⁵⁾	34,0 ⁵⁾	34,0 ⁵⁾
Süßmolke ¹⁾	5,0	-	-	-	26,0
Molkenpulver ²⁾	-	-	43,0	43,0	-
Molkenpulver ³⁾	-	-	-	-	14,0
Molkenprotein (70%RP)	-	-	3,0	3,0	6,0
Sojaprotein	-	-	11,5	11,5	11,5
Kartoffelprotein	-	-	3,5	3,5	3,5
Vormischung (s.Tab.12.1.)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

1) sprühgetrocknet

2) saures Molkenpulver, teilentzuckert, teildemineralisiert

3) Ca-neutralisiertes Molkenpulver, teilentzuckert, teildemineralisiert

4) 60% Fett auf Magermilchbasis, Fettzusammensetzung siehe Tab. 12.2

5) 53% Fett auf Süßmolkenbasis, Fettzusammensetzung siehe Tab. 12.2.

Tab. 12.1.: Vormischung - Zusammensetzung in %

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Vit.+Spurenelement- ¹⁾					
Vormischung	0,1	0,1	-- 0,1 --		0,1
Dicalciumphosphat	1,4	-	-- - --		1,1
Magnesiumoxid	0,13	0,17	-- - --		-
KH ₂ PO ₄	-	0,66	-- - --		-
Ca-Formiat	-	1,5	-- 1,5 --		-
	1,63	2,43	1,6		1,2
Lactose	----- ad 5,0 -----				

¹⁾ Zusammensetzung s.Tab.12.3.

Tab. 12.2.: Fettmischung (%)

Seetierfett	20,0
Rindertalg	25,0
Schweinetalg	10,0
Knochenfett	22,5
Kokosöl	20,0
Sojaöl	2,5

Tab. 12.3.: Vitamin- u. Spurenelement-Vormischung
(Anteil pro kg Milchaustauschfutter)

12 mg	Retinol	204 mg	Ascorbinsäure
100 mcg	Cholecalciferol	40 mg	Zink
40 mg	α-Tokopherol	20 mg	Mangan
13 mg	Thiamin	4 mg	Kupfer
10 mg	Riboflavin	0,2 mg	Jod
5 mg	Pyridoxin	0,2 mg	Kobalt
32,5mcg	Cobalamin	70 mg	Eisen
4 mg	Menadionbisulfit	790 mg	Magnesium
60 mg	Nikotinsäure	300 mg	Natrium
40 mg	Calcium-D-Pantothenat	800 mg	Cholinchlorid
180 mcg	Folsäure	80 mg	Würzstoffe

Tab. 13: Errechneter Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt (%) Versuch I

Ration	Rohprotein	Rohfett	Ca	P	K	Na	Mg	Cl
(1)	23,2	18,0	1,22	0,95	0,98	0,32	0,16	0,69
(2)	23,2	18,2	1,25	0,90	1,16	0,31	0,16	0,66
(3)	23,0	17,9	1,23	0,85	1,86	0,42	0,18	1,09
(4)	23,0	17,9	1,23	0,85	1,86	0,42	0,18	1,09
(5)	23,1	18,9	1,24	0,87	1,51	0,32	0,14	0,88

Tab. 13.1.: Analysierter Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt (%)

Ration	Rohprotein	Rohfett	Asche	H ₂ O	Ca	P	Cl
(1)	22,3	19,5	6,6	3,64	1,35	0,86	0,83
(2)	22,2	19,6	6,6	4,17	1,16	0,79	1,14
(3)	22,4	21,4	7,9	3,91	2,08	0,88	1,70
(4)	22,4	21,4	7,9	3,91	2,08	0,88	1,70
(5)	22,8	21,5	7,0	3,85	1,21	0,79	0,91

3.2.1.8. Versuchsdurchführung

Die Zebrafische wurden im wöchentlichen Abstand gewogen.
Die Futterverzehrsmessung erfolgte täglich.

Bis zur 4. Woche wurde täglich die Kotkonsistenz
überprüft (subjektive Beurteilung).

So oft wie möglich¹⁾ wurden Spontan-Harnproben genommen
und auf ihren pH-Wert überprüft. In der 4. Woche
wurden Blutproben aus der V. jugularis entnommen und
darin der pH-Wert bestimmt.

Jeweils in der 3. Versuchswoche wurde über 5 Tage dem
Futter 0,5% Chromoxid beigegeben: an 3 Tagen wurden dann
Kotproben gesammelt und nach pH-Messung tiefgefroren.

Nach Versuchsende wurden die Kotproben auf ihren
Gehalt an

Trockensubstanz

Chromoxid

Rohprotein

Rohfett

Gesamtasche u. Phosphor - nur Ration (1)
und Ration (3)-

interferiert. Aus dem Gehalt an Chromoxid, Rohprotein und
Rohfett im Kot sowie im Futter wurde die scheinbare Roh-
nährstoffverdaubarkeit wie folgt errechnet:

$$1 - \left(\frac{\% \text{Indikator im Futter} \cdot \% \text{Nährstoff im Kot}}{\% \text{Indikator im Kot} \cdot \% \text{Nährstoff im Futter}} \right)^{2)}$$

30 Tierkörper wurden bei der Schlachtung auf makrosko-
pisch erkennbare, versuchsbedingte Veränderungen unter-
sucht.

¹⁾ ca. 1mal/Tier und Woche

²⁾ Angaben in % jeweils bezogen auf Trockensubstanz

3.2.1.9. Analytische Methoden

Die Rohproteinbestimmung erfolgte nach der Kjeldahl-Methode.

Der Rohfettgehalt wurde über Säureaufschluß (HCl) und Ätherextraktion ermittelt.

Chrom-III-oxid wurde nach dem von PETRY und RAPP (1971) beschriebenen Verfahren bestimmt.

Die Bestimmung des Phosphoranteils im Kot erfolgt colorimetrisch (Verfahren beschrieben von GERICKE und KRMIES, 1952).

3.2.1.10. Versuchsauswertung

Zunächst wurden die Meßreihen auf Normalverteilung geprüft (nach David et al.). Hierbei wurde als Schranke für die Irrtumswahrscheinlichkeit 0,10 gewählt.

Alle Ergebnisse des ersten Versuchs waren nicht normalverteilt. Deshalb wurde mit Hilfe des parameterfreien H-Testes (nach Kruskal und Wallis) auf signifikante Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen geprüft.

Bei Vorliegen von signifikanten Unterschieden ($p < 0,05$) wurden Gruppenunterschiede mit dem U-Test (nach Wilcoxon, Mann und Withney) ermittelt.

Die einzelnen Verfahren finden sich bei SACHS (1974).

Die Ergebnisse werden als Mittelwert $\pm$ Standardabweichung angegeben.

3.2.2. Versuchsverlauf

Die Kälber der Gruppen (4) und (5) verweigerten die Kalttränke zunächst ganz. Nach 2 bis 3 Hungertagen nahmen die Tiere die Tränke zögernd und in sehr geringer Menge auf. Diese Verzehrsdepression wurde während der gesamten Kalttränkeperiode beobachtet. Die Sauertränke (3) mit gleicher Futterzusammensetzung wie die Kalttränke (4), aber warm (30°C) verabreicht, wurde nach etwa 2 Gewöhnungstagen ähnlich zügig aufgenommen wie die neutrale Kontrollration (1).

Von der 2. Versuchswoche bis einschließlich der 4. Woche wurde bei allen Rationen ein viskositätserhöhender Futterzusatz¹⁾ in die Tränke eingemischt.

Während der Chromoxidperiode (3. Versuchswoche) wurden die Kalttränkegruppen (4) und (5) nicht ad libitum sondern 6mal täglich getränkt (Tränketemperatur 30°C, Futtermenge nach % der Lebendmasse wie bei den anderen Gruppen zugemessen). Durch das 6malige Tränken sollte die Tränkeaufnahme in kleinen Portionen bei der ad libitum-Fütterung simuliert werden. Damit sollte für diese Versuchsperiode eine höhere Nahrungsaufnahme erzielt und außerdem eine Sedimentation von Chromoxid im Eimer bei längerem Stehen vermieden werden.

Während des gesamten Versuchszeitraumes erkrankten Kälber an Infektionen der Atmungsorgane. Alle Rationsgruppen waren gleichmäßig betroffen (Zahl der Behandlungstage zwischen 20 und 27 je Rationsgruppe). Nach Behandlung mit Antibiotika bzw. Sulfonamiden und Bronchosekretolyticum trat in der Regel rasche Besserung ein.

¹⁾ Viskotan^R = Xanthan Gum (Fa. Lohmann), 1% bezogen auf Milchaustauschfutter.

2 Tiere verendeten während des Versuchs und wurden vom Institut für Tierpathologie der Universität München untersucht:

Kalb Nr. 53 - Tod infolge Abomasoenteritis
Ration (5) und Bronchopneumonie

Kalb Nr. 44 - Tod infolge Enteritis, Peri-
Ration (2) tonitis und Omphalitis

2 weitere Kälber konnten nicht in die Auswertung mit-
einbezogen werden:

Kalb Nr. 3 - Erkrankung an corticocerebraler
Ration (3) Nekrose mit mangelhafter Nah-
rungsaufnahme und reduziertem
Allgemeinbefinden während der
gesamten Versuchsdauer

Kalb Nr. 23 - Kümmerer mit mangelhafter Nah-
Ration (3) rungsaufnahme (auch nach der
Umstellung auf ein konventionel-
les Milchaustauschfutter)

3.2.3. Ergebnisse

3.2.3.1. Hauptperiode (1. bis 4. Woche)

In den ersten 4 Versuchswochen nahmen die kalt ge-
tränkten Tiere der Gruppen (4) und (5) entsprechend
der schlechten Futteraufnahme nicht zu sondern zum
Teil sogar ab (im Gruppenmittel um 48 bzw. 106 g/Tag).
Dagegen erzielten die beiden sauer-warm getränkten
Gruppen (2) und (3) Zunahmen von 456 bzw. 532 g/Tag.
Die Kontrollgruppe (1) erreichte im gleichen Zeit-
raum Tageszunahmen von 617 g.

Dabei ist besonders die Differenz zwischen den Gruppen (3) und (4) auffallend die Tiere beider Gruppen erhielten bei unterschiedlicher Tränketemperatur gleiches Futter.

Die kalt getränkten Gruppen nahmen nur etwa die Hälfte der Milchaustauschermenge (16 kg) wie die warm getränkten Gruppen auf.

Die Futterverwertung (ausgedrückt in g Zunahme/kg MAT) folgte in der Tendenz den täglichen Zunahmen. Für die beiden kalt getränkten Gruppen (4) und (5) konnte infolge des Gewichtsverlustes keine Futterverwertung berechnet werden.

Tab. 14: Zunahmen, Futterverbrauch und Futterverwertung
(1. bis 4. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle ¹⁾	--Magermilch--		----Molke / Soja----		
Säurequelle	-	saure Butter- milch	---saure--- Molke		Ameisen- säure
Tränkeregime	----2mal täglich---- zugeteilt		--ad libitum---		
Tränke- temperatur	38°C	38°C	30°C	----ca. 18°C----	
Tierzahl	12	11	10	12	11
g Zunahme/Tag	617 ^a <u>+161</u> (100)	456 ^a <u>+176</u> (74)	532 ^a <u>+121</u> (86)	-48 ^b <u>+359</u> -	-106 ^b <u>+233</u> -
Futterver- brauch (kg)	30,4 ^a <u>+4,8</u> (100)	28,3 ^a <u>+2,9</u> (93)	28,1 ^a <u>+3,2</u> (92)	16,3 ^b <u>+5,2</u> (54)	16,1 ^b <u>+5,4</u> (53)
g Zunahme/ kg MAT	561 ^a <u>+115</u> (100)	443 ^a <u>+157</u> (79)	484 ^a <u>+135</u> (86)	- -	- -

¹⁾überwiegende Proteinquelle mit mehr als 75% des Rationsproteins

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

In der Kontrollgruppe (1) wurden für Rohprotein und Rohfett eine Verdaubarkeit von 86,8% bzw. 88,4% gemessen. Im Vergleich dazu erzielten die kalt bzw. sauer getränkten Gruppen (3), (4) und (5) nicht ganz die Werte der Kontrollgruppe (1); die Unterschiede erreichten aber nicht (Rohfettverdaubarkeit) oder nur teilweise (Rohproteinverdaubarkeit) Signifikanzniveau. Ein deutlicher Unterschied in der Nährstoffverdaubarkeit zwischen den Gruppen (3) und (4), die gleiches Futter bei verschiedenen Tränketeperaturen erhielten, war nicht zu erkennen.

Tab. 15: Rohnährstoffverdaubarkeit (%) - (3. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle	--Magermilch--		----Molke /	Soja----	
Säurequelle	-	saure Butter- milch	---saure--- Molke		Ameisen- säure
Tränkeregime	----2mal täglich-- zugeteilt			--ad libitum--	
Tränke- temperatur	38°C	38°C	30°C	----ca.18°C----	
Tierzahl	12	11	10	12	11
Rohprotein- ¹⁾ verdaubarkeit	86,8 ^{ab} ±2,2 (100)	88,1 ^b ±2,2 (101)	84,2 ^c ±3,2 (97)	85,3 ^{ac} ±3,2 (98)	83,9 ^c ±3,2 (97)
Rohfett- ¹⁾ verdaubarkeit	88,4 ^a ±3,7 (100)	88,8 ^a ±5,9 (100)	87,2 ^a ±6,3 (99)	86,9 ^a ±3,5 (98)	87,2 ^a ±4,8 (99)

Die Versuchsanlage ließ keine Aussage zu, ob die etwas niedrigere Nährstoffverdaubarkeit der sauer bzw. kalt getränkten Gruppen (3), (4) und (5) durch den Einfluß

1) Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

des niedrigen pH-Wertes oder durch die andere Proteinquelle zustande kam.

Die mit einem Tränke-pH-Wert von 5,8 getränkten Kälber der Gruppe (2) erreichten sogar eine etwas bessere Rohproteinverdaubarkeit als die Tiere der Kontrollgruppe (1). Deshalb waren die relativ niedrigen Werte in der täglichen Zunahme und Futterverwertung der Gruppe (2) gegenüber der Kontrollgruppe (1) überraschend.

Die Kotkonsistenz der Gruppen (3), (4) und (5) war in der subjektiven Beurteilung über 4 Wochen gegenüber der Kontrollgruppe (1) verbessert.

Tab. 16: Kotkonsistenz und Trockensubstanz im Kot (%)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle	--Magermilch--		-----Molke / Soja-----		
Säurequelle	-	saure Buttermilch	---saure--- Molke		Ameisensäure
Tränkeregime	----2mal täglich zugeteilt			--ad libitum---	
Tränke-temperatur	38°C	38°C	30°C	-----ca.18°C-----	
Tierzahl	12	11	10	12	11
Kotkonsistenz ¹⁾	1,3 ±0,4	1,3 ±0,3	1,0 ±0,4	0,6 ±0,3	0,9 ±0,4
Trockensubstanz im Kot	18,6 ±2,6	18,3 ±2,0	17,0 ±3,2	19,3 ±2,3	19,0 ±2,1

- 1) Konsistenz:
- 0 = sehr hart
 - 1 = fest geformt
 - 2 = dünnbreiig
 - 3 = dünnflüssig

Die Beurteilung der Kotkonsistenz erstreckte sich über 4 Wochen; der Anteil an Trockensubstanz im Kot wurde an 3 Tagen in der 3. Woche bestimmt.

Die Kotkonsistenz aller Gruppen ist als gut zu bezeichnen. Die gegenüber der Kontrollgruppe (1) verbesserte Kotkonsistenz der kalt getränkten Tiergruppen (4) und (5) überraschte wegen der mangelhaften Futteraufnahme nicht. Bei der Gruppe (3) blieb unklar, ob diese Verbesserung der Kotkonsistenz auf den Einfluß des niedrigen pH-Wertes oder auf die andere Proteinquelle zurückzuführen war. Auch milchfremde Proteine führen zu einer festeren Kotkonsistenz (CHASSIN, 1969; GROPP, 1975).

In der 3. Versuchswoche wurde die Kotkonsistenz zusätzlich über den objektiven Parameter Trockensubstanzgehalt im Kot beurteilt. Dabei konnte kein deutlicher Fütterungseinfluß festgestellt werden. Allerdings handelt es sich hier um Daten aus einem Zeitraum von nur 3 Tagen. In den gleichen 3 Tagen wurden aber auch bei der subjektiven Beurteilung der Kotkonsistenz keine nennenswerten Unterschiede gefunden.

Tabelle 17 zeigt den Zusammenhang von pH-Wert im Futter, Blut, Harn und Kot. Während im Blut keine Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen auftraten, wurde im Harn bei allen vier sauer getränkten Gruppen ein erniedrigter pH-Wert gemessen. Ein Einfluß auf den Kot-pH-Wert konnte bei beträchtlicher Individualstreuung nicht festgestellt werden.

Die Untersuchung des Kotes auf den Anteil an Asche und Phosphor (Gruppen (1) und (3)) ergab keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen (26,9 bzw. 26,5 % Asche und 2,6 bzw. 2,5 % Phosphor in der Kottrockensubstanz).

Tab. 17: Beziehung zwischen pH-Wert in der Tränke, Blut, Harn und Kot

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle	--Magermilch--		-----Molke / Soja-----		
Säurequelle	-	saure Butter- milch	---saure--- Molke		Ameisen- säure
Tränkeregime	----2mal täglich---- zugeteilt			--ad libitum---	
Tränke- temperatur	38°C	38°C	30°C	----ca.18°C----	
Tierzahl	12	11	10	12	11
Tränke ¹⁾	6,8	5,8	4,2	4,2	4,2
Blut ²⁾	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0
Harn ³⁾	6,5 ±0,2	6,1 ±0,2	5,6 ±0,2	5,6 ±0,1	5,6 ±0,2
Kot ⁴⁾	6,6 ±0,8	6,7 ±1,2	6,5 ±1,0	6,5 ±1,0	6,4 ±0,8

1) Tränke bei einer Milchaustauscherkonzentration von 120 g/l

2) gemessen in der 4. Versuchswoche

3) Mittelwert aus 4 Wochen

4) gemessen in der 3. Versuchswoche

3.2.3.2. Nachperiode (5. bis 10. Woche)

Die Daten für die 5. und 6. Woche sowie für die 7. bis 10. Woche werden getrennt besprochen, um den unmittelbaren Effekt der Futterumstellung genauer erkennen zu können.

Die Gruppe (2), die auch nach der 4. Versuchswoche weiterhin sauer getränkt wurde (Tränke-pH-Wert von 5,8 auf 5,6 abfallend bei von 120 g/l auf 220 g/l steigender Futterkonzentration), zeigte für die 5. und 6. Woche signifikant schlechtere Ergebnisse in Zunahme und Futterverwertung als die Kontrollgruppe (1).

Die anfangs sauer bzw. kalt getränkten Gruppen (3), (4) und (5) unterschieden sich in der 5. und 6. Woche - unmittelbar nach der Futterumstellung - nicht signifikant von der Kontrollgruppe (1).

Die beiden bis zur 4. Woche kalt getränkten Gruppen (4) und (5) erzielten in der 5. und 6. Woche zwar die besseren Ergebnisse in der Futterverwertung, lagen aber dennoch in den täglichen Zunahmen unter der Kontrollgruppe (1) und der früheren Sauergruppe (3). Dies mag durch die gewichtsorientierte Fütterung erklärt werden; die schwereren Tiere der Gruppen (1) und (3) bekamen höhere Futtermengen.

In der 7. bis 10. Woche waren die Unterschiede in den täglichen Zunahmen weniger klar ausgeprägt; die höchste Zunahme erreichten die früher sauer getränkten Tiere der Gruppe (3). Die auf die konventionelle Ration (1) umgestellten Gruppen (3), (4) und (5) erzielten eine signifikant bessere Futterverwertung als die Gruppe (1) und (2).

Die Gruppe (2), bis zum Versuchsende sauer getränkt, lag in ihrer Leistung weit hinter den anderen Gruppen; der Unterschied zur Kontrollgruppe (1) war aber nicht mehr - wie in der 5. und 6. Woche - signifikant.

Tab. 13: Ergebnisse der Nachperiode (5. bis 10. Woche,
(Fütterung in der Nachperiode: Gruppe (1), (3),
(4) und (5) mit Ration (1)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle	--Magermilch--		-----Molke / Soja-----		
Säurequelle	-	saure Butter- milch	---saure--- Molke		Ameisen- säure
Tränkeregime	----2mal täglich---- zugeteilt			---ad libitum---	
Tränke- temperatur	38°C	38°C	30°C	----ca.18°C----	
Tierzahl	12	11	10	12	11
g Zunahme/Tag (5.u.6.Woche)	1251 ^a <u>±169</u> (100)	843 ^b <u>±161</u> (67)	1187 ^a <u>±99</u> (95)	1062 ^a <u>±243</u> (85)	1065 ^a <u>±136</u> (85)
g Zunahme/ kg MAT (5.u.6.Woche)	766 ^a <u>±89</u> (100)	538 ^b <u>±95</u> (70)	741 ^a <u>±48</u> (97)	810 ^a <u>±176</u> (106)	847 ^a <u>±133</u> (111)
g Zunahme/Tag (7.-10.Woche)	1501 ^{ab} <u>±213</u> (100)	1333 ^a <u>±187</u> (89)	1657 ^b <u>±142</u> (111)	1480 ^{ab} <u>±251</u> (99)	1395 ^a <u>±287</u> (93)
g Zunahme/ kg MAT (7.-10.Woche)	591 ^a <u>±81</u> (100)	577 ^a <u>±84</u> (98)	666 ^b <u>±90</u> (113)	695 ^b <u>±47</u> (118)	694 ^b <u>±96</u> (117)

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

3.2.3.3. Übersicht über die gesamte Versuchsperiode (1. bis 10. Woche)

Die zu Anfang sauer getränkte Gruppe (3) erreichte trotz der schlechteren Zunahme und Futterverwertung während der Hauptperiode im Gesamtergebnis eine geringfügig bessere Leistung ($p > 0,05$) als die Kontrollgruppe (1).

Die in den ersten 4 Wochen kalt getränkten Gruppen (4) und (5) konnten bei besserer Futterverwertung nach der Futterumstellung auf neutrale, warme Tränke gegenüber den Gruppen (1) und (3) zwar aufholen, aber nicht gleichziehen. Die tägliche Zunahme lag um 29 bzw. 34 % unter der Kontrollgruppe (1) und um 31 bzw. 36 % unter der über den gleichen Zeitraum sauer getränkten Gruppe (3).

Die Gruppe (2) blieb in beiden untersuchten Kriterien erheblich hinter der Kontrollgruppe (1) zurück. Dies kann nicht erklärt werden.

Tab. 19: Ergebnisse der gesamten Versuchsperiode
Fütterung in der Nachperiode: Gruppe (1), (3), (4) und (5) mit Ration (1)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Proteinquelle	--Magermilch--		----Molke / Soja----		
Säurequelle	-	saure Buttermilch	---saure--- Molke	Ameisensäure	
Tränkeregime	----2mal täglich---- zugeteilt			--ad libitum---	
Tränke-temperatur	38°C	38°C	30°C	----ca.18°C----	
Tierzahl	12	11	10	12	11
g Zunahme/Tag (1.-10.Woche)	1084 ^a +145 (100)	875 ^b +151 (81)	1103 ^a +88 (102)	770 ^{bc} +198 (71)	712 ^c +191 (66)
g Zunahme/kg MAT (1.-10.Woche)	616 ^{ac} +68 (100)	536 ^b +82 (87)	641 ^a +72 (104)	573 ^{bc} +78 (93)	556 ^{bc} +82 (90)

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

3.3. Fütterungsversuch II

Aufgrund der schlechten Akzeptanz der Kalttränke in Versuch I wurde in Versuch II nur mit warmer Sauertränke gearbeitet.

Vorrangig wurde geprüft, ob tägliche Zunahmen, Futterverwertung und Nährstoffverdaubarkeit durch den niedrigen pH-Wert beeinflußt werden und inwieweit zusätzlich eine Abhängigkeit von der Proteinquelle zu erkennen ist. Wie in Versuch I wurde der Verlauf des pH-Wertes im Blut, Harn und Kot überwacht; außerdem wurde der Elektrolytgehalt im Serum und Harn gemessen, der durch Verschiebungen des pH-Wertes beeinflußt werden könnte. HOFMANN (1978) berichtet, daß bei kalt getränkten Kälbern der Hämoglobingehalt im Blut rascher absinkt als bei konventionell getränkten Tieren. Deshalb wurde in der 2. und 4. Versuchswoche der Hämoglobingehalt bestimmt.

3.3.1. Versuchsplan und Durchführung

3.3.1.1. Versuchsanstellung

Verglichen wurde eine Gruppe, gefüttert mit 60% Magermilchpulver enthaltendem Milchaustauschfutter als Kontrollgruppe (1) mit 5 Versuchsgruppen, die saure Tränke erhielten. Ein gleichfalls 60% Magermilchpulver enthaltendes Milchaustauschfutter wurde Gruppe (2) als Sauertränke zugeteilt. 2 weitere Gruppen(4) und (6) erhielten Futter mit 30 und 0% Magermilchpulver. Zusätzlich wurden 2 Rationsgruppen gebildet, bei denen 60 bzw. 30% Magermilchpulver durch Molkenpulver und Kasein ersetzt waren.

Als Säurequelle diente entweder Ameisensäure (bei Ration (2) mit 60% Magermilchpulver und Ration (3) mit Ersatz des Magermilchanteiles durch Kasein und Molkenpulver) oder saures Molkenpulver (Rationen (4), (5) und (6)).

Nach der 4. Versuchswoche erhielten alle Gruppen Tränke mit neutralem pH-Wert. Der Zusatz von Ameisensäure entfiel bei den Gruppen (2) und (3), bei den Gruppen (4), (5) und (6) wurde das saure Molkenpulver durch Ca-neutralisiertes Molkenpulver ersetzt.

Für alle Versuchsgruppen lag die Tränketemperatur bei 30°C. Der genaue Versuchsplan ist aus Tabelle 20, Seite 59, ersichtlich.

Tab. 20: Versuchsplan

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Proteinquelle ²⁾		Magermilchpulver	Kasein +Molke	Mager- milch +Molke	Molke +Kasein	Molke +Sojaprotein +Kartoffel- protein (80%)
Säurequelle	-	--Ameisensäure--	--	--saures Molkenpulver--		
Tränketemperatur			30°C			
Fütterungsregime			2mal täglich nach Tränkplan			
pH-Wert der Tränke	6,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Tierzahl ¹⁾	10	8	10	9	9	10

1) Zahl der Tiere mit ausgewerteten Daten, (bei Versuchsbeginn in allen

2) überwiegende Proteinquelle mit mehr Gruppen je 10 Kälber)
als 75% des Rationsproteins

3.3.1.2. Tiermaterial

60 Fleckviehkälber, davon 18 männlich, mit einem durchschnittlichen Ausgangsgewicht von 66,5 kg (51,2 bis 84,4 kg) wurden auf 6 annähernd gewichtsgleiche Gruppen zu je 10 Tieren verteilt (7♀, 3♂).

Die Kälber wurden zu je 30 Tieren von 2 Händlern im Abstand von 3 Tagen angeliefert; diese unterschiedliche Herkunft wurde bei der Verteilung auf die Versuchsgruppen nicht berücksichtigt.

3.3.1.3. Versuchsdauer

Anfütterungsperiode (5 bzw. 2 Tage) :

16.12. bis 21.12.1977 bzw.

19.12. bis 21.12.1977

Versuchsperiode (4 Wochen Hauptperiode
4 Wochen Nachperiode) :

21.12.1977 bis 16.2.1978

3.3.1.4. Tierhaltung

Die Haltung entsprach in allen Einzelheiten den in Versuch I (siehe 3.2.1.4., Seite 37) beschriebenen Gegebenheiten.

3.3.1.5. Verteilung der Rationsgruppen im Raum

Die Rationsgruppen wurden im Raum nach Zufall verteilt.

Tab. 21: S t a l l I

Stallplatz		Ration	Stallplatz		Ration
<u>Süden</u>	1	(5)	16	(6)	<u>Norden</u>
	2	(1)	17	(2)	
	3	(4)	18	(1)	
	4	(3)	19	(5)	
	5	(6)	20	(3)	
	6	(2)	21	(4)	
	7	(4)	22	(2)♂	
	8	(6)	23	(6)♂	
	9	(1)	24	(5)♂	
	10	(2)	25	(4)	
	11	(3)	26	(6)	
	12	(5)	27	(3)	
	13	(1)♂	28	(1)♂	
	14	(3)♂	29	(2)♂	
	15	(4)♂	30	(5)♂	

S t a l l II

Stallplatz		Ration	Stallplatz		Ration
<u>Süden</u>	31	(3)	46	(4)	<u>Norden</u>
	32	(6)	47	(1)	
	33	(5)	48	(3)	
	34	(1)	49	(6)	
	35	(2)	50	(2)	
	36	(4)	51	(5)	
	37	(3)♂	52	(1)	
	38	(1)♂	53	(2)	
	39	(4)♂	54	(6)	
	40	(1)	55	(4)	
	41	(5)	56	(3)	
	42	(2)	57	(5)	
	43	(3)♂	58	(6)♂	
	44	(6)♂	59	(2)♂	
	45	(4)♂	60	(5)♂	

3.3.1.6. Fütterungsregime

Bis zur Einteilung in die Versuchsgruppen (5 bzw. 2 Tage) erhielten die Kälber Milchaustauschfutter der Ration (1) aus Versuch I. Die Tränkemenge und Futterkonzentration lag zunächst bei 2 Liter und 80 g/l, dann bei 3 Liter und 100 g/l.

Über die gesamte Versuchsdauer wurde 2mal täglich gefüttert (7⁰⁰Uhr und 16⁰⁰Uhr).

Tab. 22: T r ä n k p l a n

Versuchswoche		Menge/Tag in % von LM ¹⁾	Konzentration ²⁾ in g/l
1		1,2	120
2	<u>Haupt-</u>	1,4	140
3	<u>periode</u>	1,7	160
4		1,9	160
5		2,0	180
6	<u>Nach-</u>	2,0	180
7	<u>periode</u>	2,0	180
8		1,9	190

1) LM = Lebendmasse

2) Die Rationen waren nur teilweise auf eine Zusammensetzung von 100% berechnet (s. Tab.23 und 25); dies wurde bei der Futterzuteilung berücksichtigt. So betrug z.B. für die Ration (1) mit einer auf 92 Teile auslaufenden Zusammensetzung die Futterkonzentration bei einer Angabe von 120 g/l nur 110 g/l.

3.3.1.7. Versuchsrationen

Die Zusammensetzung der Versuchsrationen ist in Tabelle 23 (1. bis 4. Woche) **und** in Tabelle 25 (5. bis 8. Woche) **aufgeführt.**

Über den errechneten bzw. analysierten Rohnnährstoff- und Mineralstoffgehalt der einzelnen Rationen informieren die Tabellen 24 bzw. 24.1. (1. bis 4. Woche) sowie die Tabellen 26 bzw. 26.1. (5. bis 8. Woche).

Tab. 23: Rationszusammensetzung (%) Versuch II (1. bis 4. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Magermilch ¹⁾	37,5	37,5	-	18,75	-	-
Süßmolke ¹⁾	12,0	12,0	49,4	3,75	9,9	10,0
Säurekasein ¹⁾	-	-	19,65	-	9,82	-
Molkenpulver ²⁾	-	-	-	35,0	35,0	35,0
Laktose	-	-	3,9	0,65	3,55	1,9
Sojaprotein	-	-	-	-	-	8,6
Kartoffelprotein	-	-	-	-	-	3,5
Fettkonzentrat ³⁾	37,5	37,5	-	18,75	-	-
Fettkonzentrat ⁴⁾	-	-	37,5	18,75	37,5	37,5
Vormischung (s.Tab.23.1.)	5,0	5,0	6,79	4,3	4,8	4,65
	92,0%	92,0%	94,74%	99,95%	100,57%	101,15%

1) sprühgetrocknet

2) saures Molkenpulver, teilentzuckert, teildemineralisiert

3) 40% Fett auf Magermilchbasis, Fettzusammensetzung siehe Tab. 23.2.

4) 40% Fett auf Süßmolkenbasis, Fettzusammensetzung siehe Tab. 23.2.

Tab. 23.1.: Vormischung - Zusammensetzung in %

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Vit.+Spuren- ¹⁾ element-Vor- mischung	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Quellstärke	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Dicalciumphosphat	1,5	1,5	3,3	-	0,5	0,2
Calciumcarbonat	0,3	0,3	0,45	-	-	0,15
Kaliumcarbonat	0,3	0,3	0,15	-	-	-
Magnesiumoxid	0,1	0,1	0,09	-	-	-
Ca-Formiat	-	-	-	1,5	1,5	1,5
	5,0	5,0	6,79	4,3	4,8	4,65

¹⁾ Zusammensetzung s. Tabelle 23.3.

Tab. 23.2.: Fettmischung - Zusammensetzung in %

Rindertalg	28,0
Schweineschmalz	18,0
Seetierfett	14,0
Palmöl	10,0
Kokosöl	20,0
Sojaöl	8,0
Emulgatoren	2,0

Tab. 23.3.: Vitamin- u. Spurenelement-Vormischung
(Anteil pro kg Milchaustauschfutter)

12mg	Retinol	204mg	Ascorbinsäure
100mcg	Cholecalciferol	40mg	Zink
40mg	α-Tokopherol	20mg	Mangan
13mg	Thiamin	4mg	Kupfer
10mg	Riboflavin	0,2mg	Jod
5mg	Pyridoxin	0,2mg	Kobalt
32,5mcg	Cobalamin	70mg	Eisen
4mg	Menadionbisulfit	790mg	Magnesium
60mg	Nikotinsäure	300mg	Natrium
40mg	Calcium-D-Pantothenat	800mg	Cholinchlorid
180mcg	Folsäure	80mg	Wärzstoffe

Tab. 24: Errechneter Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt Versuch II (1. bis 4. Woche)

Ration	Roh- protein	Rohfett	Laktose	Ca	P	Na	K	Mg	Cl
(1)	g/ 92g	15,0	39,5	1,35	0,95	0,32	1,31	0,13	0,80
(2)	g/ 92g	15,0	39,5	1,35	0,95	0,32	1,31	0,13	0,80
(3)	g/ 94,7g	15,0	39,5	1,35	0,95	0,33	1,32	0,13	0,82
(4)	g/100g	15,0	39,5	1,37	0,93	0,32	1,32	0,12	1,41
(5)	g/100,6g	15,0	39,5	1,37	0,95	0,34	1,33	0,12	1,40
(6)	g/101,2g	15,0	39,5	1,37	0,95	0,34	1,32	0,13	1,41

Tab. 24.1.: Analysierter Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt

Ration	Roh- protein	Rohfett	Asche	Ca	P	Na	K	Mg	Cl
(1)	g/ 92g	15,9	8,7	1,53	0,98	0,42	1,44	0,21	1,21
(2)	g/ 92g	15,9	8,7	1,53	0,98	0,42	1,44	0,21	1,21
(3)	g/ 94,7g	15,9	8,9	1,71	1,18	0,39	1,20	0,18	1,10
(4)	g/100g	15,4	9,4	1,53	0,87	0,50	1,42	0,18	1,77
(5)	g/100,6g	14,0	9,2	1,43	0,85	0,51	1,33	0,17	1,79
(6)	g/101,2g	17,7	9,4	1,38	0,80	0,52	1,54	0,20	1,75

Tab. 25: Rationszusammensetzung (%) Versuch II (5. bis 8. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Magermilch ¹⁾	37,5	37,5	-	18,75	-	-
Süßmolke ¹⁾	12,0	12,0	49,4	3,75	9,9	10,0
Säurekasein ¹⁾	-	-	19,65	-	9,82	-
Molkenpulver ²⁾	-	-	-	35,0	35,0	35,0
Laktose	-	-	3,9	0,65	3,55	1,9
Sojaprotein	-	-	-	-	-	8,6
Kartoffelprotein	-	-	-	-	-	3,5
Fettkonzentrat ³⁾	37,5	37,5	-	18,75	-	-
Fettkonzentrat ⁴⁾	-	-	37,5	18,75	37,5	37,5
Vormischung (s. Tab. 25.1.)	5,55	5,55	7,25	3,15	4,15	3,8
	92,55%	92,55%	95,20%	98,80%	99,92%	100,70%

1) sprühgetrocknet

2) Ca-neutralisiert, teilentzuckert, teildemineralisiert

3) 40% Fett auf Magermilchbasis, Fettzusammensetzung siehe Tab. 25.2.

4) 40% Fett auf Süßmolkenbasis, Fettzusammensetzung siehe Tab. 25.2.

Tab. 25.1.: Vormischung - Zusammensetzung in %

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Vit.+Spuren- ¹⁾ element-Vor- mischung	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Quellstärke	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Dicalciumphos- phat	1,5	1,5	3,3	-	1,0	0,7
Calciumcarbonat	0,9	0,9	1,0	-	-	0,1
Kaliumcarbonat	0,2	0,2	-	0,3	0,3	0,2
Magnesiumoxid	0,15	0,15	0,15	0,05	0,05	-
	5,55	5,55	7,25	3,15	4,15	3,8

¹⁾ Zusammensetzung s. Tabelle 25.3.

Tab. 25.2.: Fettmischung - Zusammensetzung in %

Rindertalg	28,0
Schweineschmalz	18,0
Seetierfett	14,0
Palmöl	10,0
Kokosöl	20,0
Sojaöl	8,0
Emulgatoren	2,0

Tab. 25.3.: Vitamin- u. Spurenelement-Vormischung
(Anteil pro kg Milchaustauschfutter)

12mg	Retinol	204mg	Ascorbinsäure
100mcg	Cholecalciferol	40mg	Zink
40mg	α-Tokopherol	20mg	Mangan
13mg	Thiamin	4mg	Kupfer
10mg	Riboflavin	0,2mg	Jod
5mg	Pyridoxin	0,2mg	Kobalt
32,5mcg	Cobalamin	70mg	Eisen
4mg	Menadionbisulfit	790mg	Magnesium
60mg	Nikotinsäure	300mg	Natrium
40mg	Ca-D-Pantothenat	800mg	Cholinchlorid
180 mcg	Folsäure	80mg	Würzstoffe

Tab. 26: Errechneter Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt Versuch II (5. bis 8. Woche)

Ration		Roh- protein	Rohfett	Laktose	Ca	P	Na	K	Mg	Cl
(1)	g/ 92g	22,4	15,0	39,5	1,59	0,95	0,32	1,25	0,16	0,80
(2)	g/ 92g	22,4	15,0	39,5	1,59	0,95	0,32	1,25	0,16	0,80
(3)	g/ 94,7g	22,7	15,0	39,5	1,57	0,95	0,33	1,24	0,17	0,82
(4)	g/100g	22,4	15,0	39,5	1,61	0,91	0,30	1,24	0,17	0,76
(5)	g/100,6g	22,4	15,0	39,5	1,61	0,95	0,30	1,25	0,17	0,75
(6)	g/101,2g	22,4	15,0	39,5	1,59	0,93	0,30	1,23	0,17	0,76

Tab. 26.1. Analysierter Rohnährstoff- und Mineralstoffgehalt

Ration		Roh- protein	Rohfett	Asche	Ca	P	Na	K	Mg	Cl
(1)	g/ 92g	22,9	14,6	7,7	1,41	0,90	0,39	1,32	0,19	1,11
(2)	g/ 92 g	22,9	14,6	7,7	1,41	0,90	0,39	1,32	0,19	1,11
(3)	g/ 94,7g	22,2	15,1	8,5	1,62	1,12	0,37	1,14	0,17	1,04
(4)	g/100g	23,6	15,4	8,9	1,53	0,87	0,50	1,42	0,18	1,77
(5)	g/100,6g	23,2	14,1	8,8	1,44	0,85	0,51	1,34	0,17	2,00
(6)	g/101,2g	22,6	17,9	8,9	1,40	0,81	0,53	1,55	0,20	1,97

3.3.1.8. Versuchsdurchführung

Die Kälber wurden jede Woche gewogen. Die Futterverzehrmessung erfolgte täglich.

Während der ersten 4 Wochen wurde die Kotkonsistenz täglich überprüft und grobsinnlich beurteilt. Alle Tiere erhielten während der 2. und 4. Versuchswoche Milchaustauschfutter mit 0,5 % Chromoxid-Zusatz über 5 Tage. Jeweils am 3., 4. und 5. Tag wurden von jedem Kalb Kotproben gesammelt und anschließend tiefgefroren aufbewahrt. Am 4. und 5. Tag wurde der pH-Wert im Kot gemessen. Nach Versuchsende wurde der Anteil an Chromoxid, Rohprotein und Rohfett bestimmt und daraus die Nährstoffverdaubarkeit berechnet (vgl.S.45). Außerdem wurde der Gehalt an Trockensubstanz im Kot bestimmt.

Jeweils am 2. Tag wurden Blutproben aus der V.jugularis entnommen. Nach Messung des pH-Wertes und des Hämoglobingehaltes wurde Serum hergestellt und tiefgefroren bis zur späteren Bestimmung der Elektrolyte (Na, K, P) gelagert.

Gleichzeitig mit den Kotproben (3. bis 5. Tag) wurde von den männlichen Tieren mit Hilfe von Urinalen (nach ADAM, 1976) quantitativ Harn gesammelt. Zur Konservierung wurden pro Tag 50 ml 20%iger Schwefelsäure (187 mmol) vorgelegt. Die Harnmenge wurde nach jeweils 24 Stunden gemessen, nach Umrühren eine Probe entnommen (pro Tag 1 % der Gesamtmenge in der 2. Woche, 0,5 % der Gesamtmenge in der 4. Woche) und als Sammelprobe von 3 Tagen tiefgefroren. Nach Versuchsende erfolgte die Bestimmung des Elektrolyt -

gehaltenes (Na, K, P) und des Stickstoffgehaltes.

In unregelmäßigen Abständen wurden Spontan-Harnproben gewonnen und auf ihren pH-Wert untersucht.

3.3.1.9. Analytische Methoden

Zusätzlich zu den in Versuch I beschriebenen Methoden (Seite 46) wurden folgende Bestimmungsverfahren angewendet:

Der Gehalt an Natrium und Kalium (im Serum und Harn) wurde auf einem Flammenphotometer¹⁾ bestimmt.

Die Phosphorbestimmung (im Serum und Harn) erfolgte photometrisch mit Hilfe von Test-Reagenzien (Boehringer Diagnostica, Best.-Nr.124974).

Der Hämoglobingehalt im Blut - mit Heparin gerinnungsgehemmt - wurde nach Transformation in Methämoglobin (Merck Transformationslösung 9405) photometrisch bestimmt.

3.3.1.10. Versuchsauswertung

Da ein Teil der erhaltenen Daten Normalverteilung aufwies, konnte hier zusätzlich zu den für Versuch I angegebenen Verfahren (Seite 46) die varianzanalytische Prüfung herangezogen werden (SACHS, 1974). Bei Vorliegen

¹⁾ Fa. Instrumentation Laboratory

von signifikanten Unterschieden ($p < 0,05$) wurden Gruppenunterschiede mit Hilfe des Tukey-Testes ermittelt.

Die Analysenwerte im Serum und Harn sind als Mittelwert aus der 2. und 4. Woche angegeben. Dies gilt auch für die aus dem N-Gehalt im Harn ermittelte N-Bilanz. Der zur Berechnung als gN/1000g LMZ (Lebendmassezunahme) erforderliche Wert der täglichen Zunahme wurde als Mittelwert aus der 2., 3. und 4. Woche berechnet; die 3. Woche wurde mit in diese Berechnung aufgenommen, um Ungenauigkeiten, welche bei der Bestimmung der täglichen Zunahme in kurzen Abständen entstehen, in der Berechnung des Quotienten möglichst klein zu halten.

3.3.2. Versuchsverlauf

In der 1. Versuchswoche traten keine wesentlichen gesundheitlichen Störungen auf; allerdings mußte Kalb Nr. 59, Ration (2) wegen chronischer Tympanie an den Händler zurückgegeben werden und schied somit aus dem Versuch aus.

Die Sauertränke wurde von etwa der Hälfte der Tiere sofort quantitativ aufgenommen. Die übrigen Kälber nahmen die Sauertränke erst nach mehreren Tagen zügig und vollständig auf, so daß als Durchschnitt aller Gruppen eine "Angewöhnungszeit" von 3 Tagen bis zur vollständigen Tränkeaufnahme ermittelt wurde.

Im weiteren Versuchsverlauf traten immer wieder Erkrankungen der Atmungsorgane auf; im allgemeinen konnten diese wirkungsvoll mit Chemotherapeutika bzw.

Antibiotika bekämpft werden (Zahl der Behandlungstage je Gruppe: Gruppe (1) 18 Tage, Gruppe (2) 15 Tage, Gruppe (3) 17 Tage, Gruppe (4) 22 Tage, Gruppe (5) 16 Tage und Gruppe (6) 15 Tage).

Die Ergebnisse von 3 Kälbern - Kalb Nr. 6, Ration (2); Kalb Nr. 33, Ration (5) und Kalb Nr. 46, Ration (4) - konnten nicht in die Auswertung miteinbezogen werden, da diese ständig infolge von therapieresistenten Erkrankungen und anhaltend schlechtem Allgemeinbefinden nur geringe Tränkemengen aufnahmen. Dies stand nicht mit der Rationszugehörigkeit (Sauertränke) dieser Kälber in Verbindung. Auch mit neutraler Tränke, die versuchsweise an diese 3 Tiere verabreicht wurde, konnte keine deutliche Verbesserung erzielt werden.

In der 7. Versuchswoche erkrankten zahlreiche Tiere (alle Rationen waren gleichmäßig betroffen) an Durchfall. Die Gruppe (1) erhielt deshalb über 7 Tage einen Zusatz von Ameisensäure (ad pH 4,6) zur Tränke. Bei den anderen Rationen wurden nur die betroffenen Tiere diätetisch behandelt (Futterreduktion auf 2 Liter mit einer Konzentration von 130/1). Beide Behandlungsmaßnahmen führten zur raschen Besserung.

Ansonsten verlief der Versuch ohne Zwischenfälle; Verluste traten nicht auf.

3.3.3. Ergebnisse

3.3.3.1. Hauptperiode (1. bis 4. Woche)

Die Sauertränke wurde - wie nach den Ergebnissen von Versuch I zu erwarten - nach 2 bis 3 Tagen ähn-

lich gut aufgenommen wie die neutrale Tränke. Die Kälber der sauer getränkten Gruppen nahmen dementsprechend auch kaum schlechter zu als die Kontrollgruppe, ausgenommen die beiden Gruppen (3) und (5), bei denen der Magermilchanteil im Futter durch Molke/Kasein ersetzt wurde. Die Unterschiede lagen - wie auch bei der Futterverwertung - nicht im Signifikanzbereich. Der Verbrauch an Milchaustauschfutter lag für alle Rationsgruppen bei etwa 30 kg je Tier über die 4-wöchige Hauptperiode (s. Tabelle 28).

Das schlechte Abschneiden in Zunahme und Futterverwertung der Gruppe (3) und (5) - Molke/Kasein im Futter anstelle des Magermilchanteiles - findet keine brauchbare Erklärung. Der Verdacht auf eine Aminosäureschädigung bestätigte sich nicht (Bestimmung des Aminosäurenusters durch ERBERSDOBLER (1978), siehe Tabelle 27). Frühere Versuche mit Molke/Kasein anstelle von Magermilch im Futter (ZUCKER, ERBERSDOBLER, GROPP (1968) und GROPP (1972)) hatten eine derartige Leistungsdepression nicht erwarten lassen. Diese Leistungsdepression kann auch nicht durch eine schlechtere Versorgung mit verdaulichen Nährstoffen (s. Tabelle 29) erklärt werden.

Tab. 27: Aminosäurenmuster der Versuchsrationen
(angegeben in g/16gN entsprechend 100 g Protein)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Aminosäuren:						
Methionin	2,5	2,5	2,4	2,2	2,0	1,5
Cystin	1,6	1,6	1,3	nicht bestimmt		2,6
Lysin	8,4	8,4	8,6	8,5	8,4	7,9
Tryptophan	-----		nicht bestimmt		-----	
Threonin	4,6	4,6	4,7	5,0	5,0	5,2
Valin	5,1	5,1	5,4	5,2	5,8	5,1
Isoleucin	5,0	5,0	5,1	5,3	5,5	5,2
Leucin	9,0	9,0	8,8	8,8	9,6	8,9
Phenylalanin	4,8	4,8	4,8	4,9	4,8	4,6
Tyrosin	4,7	4,7	4,7	4,3	4,2	3,5
Arginin	3,6	3,6	3,5	3,4	3,2	3,6
Histidin	2,7	2,7	2,7	2,5	2,4	1,8
Asparaginsäure	8,8	8,8	8,3	9,0	9,4	10,9
Glutaminsäure	19,0	19,0	18,8	18,0	17,5	15,3
Serin	5,5	5,5	5,4	5,0	5,0	4,7
Glycin	2,1	2,1	2,0	1,9	2,0	2,7
Alanin	3,4	3,4	3,5	3,6	3,8	4,3
Prolin	10,7	10,7	9,9	8,3	8,1	5,4
Furosin	-	-	in Spu- ren	-	nicht bestimmt	

Tab. 28: Zunahmen, Futterverbrauch und Futterverwertung
(1. bis 4. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- ¹⁾ quelle	--Magermilch--	Molke +Kasein	-----Molke----- +Mager- +Kasein +Soja milch			
Säurequelle	-	-Ameisensäure-	----	saures Molken- pulver	----	
Tränkeregime	-----2mal täglich zugeteilt-----					
Tränke- temperatur	-----30°C-----					
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
g Zunahme/Tag	677 ^a <u>+102</u> (100)	607 ^a <u>+127</u> (90)	456 ^a <u>+188</u> (67)	668 ^a <u>+220</u> (99)	578 ^a <u>+179</u> (85)	607 ^a <u>+190</u> (90)
Futterver- brauch (kg)	30,7 ^a <u>+3,1</u> (100)	29,1 ^a <u>+3,6</u> (95)	27,3 ^a <u>+4,2</u> (89)	29,0 ^a <u>+4,0</u> (94)	29,8 ^a <u>+1,6</u> (97)	28,2 ^a <u>+3,3</u> (92)
g Zunahme/ kg MAT	609 ^a <u>+76</u> (100)	581 ^a <u>+80</u> (95)	456 ^a <u>+172</u> (75)	633 ^a <u>+156</u> (104)	559 ^a <u>+135</u> (92)	597 ^a <u>+148</u> (98)

¹⁾überwiegende Proteinquelle mit mehr als 75 % des
Rationsproteins

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

In der 2. Versuchswoche wurden in der Rohnährstoffverdaubarkeit keine signifikanten ($p < 0,05$) Unterschiede zwischen den Rationsgruppen festgestellt. Die niedrigsten Werte erzielte die magermilchfrei getränkte Gruppe (6).

Die Rohproteinverdaubarkeit nahm in der 4. Versuchswoche mit sinkendem Magermilchanteil ab. Signifikant unterschied sich nur die magermilchfrei getränkte Gruppe (6) von den mit 60% Magermilch bzw. ein rohproteinäquivalenter Anteil an Molke/Kasein

im Milchaustauschfutter gefütterten Gruppen (1), (2) und (3).

Die gleiche Gruppe (6) wie auch die Gruppe (4) -mit 30% Magermilchanteil- wiesen in der Rohfett-verdaubarkeit signifikant niedrigere Werte als die übrigen Gruppen auf.

Tab. 2): Rohnährstoffverdaubarkeit (%) Versuch II

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- quelle	--Magermilch--	Molke	+Kasein	+Mager- milch	-----Molke----- +Kasein	+Soja
Säurequelle	-	-Ameisensäure-		----saures Molken- pulver		
Tränkeregime	-----2mal täglich zugeteilt-----					
Tränke- temperatur	-----30°C-----					
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
Rohprotein- verdaubarkeit	86,8 ^a <u>+1,4</u>	86,3 ^a <u>+2,5</u>	87,0 ^a <u>+3,6</u>	86,7 ^a <u>+1,7</u>	85,9 ^a <u>+1,7</u>	84,0 ^a <u>+2,8</u>
(2. Woche)	(100)	(99)	(100)	(100)	(99)	(97)
Rohfett- verdaubarkeit	86,0 ^a <u>+3,0</u>	85,6 ^a <u>+3,9</u>	85,6 ^a <u>+3,7</u>	85,8 ^a <u>+2,6</u>	86,3 ^a <u>+2,3</u>	85,1 ^a <u>+3,0</u>
(2. Woche)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(99)
Rohprotein- verdaubarkeit	89,7 ^a <u>+1,6</u>	89,4 ^a <u>+1,8</u>	88,1 ^a <u>+3,0</u>	87,0 ^{ab} <u>+2,6</u>	87,0 ^{ab} <u>+2,4</u>	84,3 ^b <u>+1,3</u>
(4. Woche)	(100)	(100)	(98)	(97)	(97)	(94)
Rohfett- verdaubarkeit	87,4 ^a <u>+3,3</u>	86,2 ^{ab} <u>+1,3</u>	85,7 ^{ab} <u>+5,0</u>	82,4 ^b <u>+4,5</u>	85,5 ^{ab} <u>+4,1</u>	82,2 ^b <u>+3,6</u>
(4. Woche)	(100)	(99)	(98)	(94)	(98)	(94)

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

Eine Abhängigkeit des pH-Wertes im Blut vom pH-Wert der Tränke war - wie auch in Versuch I - nicht zu erkennen.

Der pH-Wert des Harns wurde durch die Verminderung der Tränke-pH-Werte von 6,8 auf 4,2 um etwa 1,0 erniedrigt. Dieser Effekt war in der 3. und 4. Versuchswoche stärker ausgeprägt als in den ersten 2 Wochen, was sich durch die höhere Tränkemenge zwanglos erklären läßt.

Die Kotbefunde deuten darauf hin, daß ein Zusatz von Ameisensäure zum Futter den pH-Wert im Kot weniger beeinflußt als der Zusatz von saurem Molkenpulver.

Tab. 30: Beziehung zwischen pH-Wert in der Tränke
und pH-Wert im Blut, Harn und Kot

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- quelle	--Magermilch--	Molke +Kasein	-----Molke----- +Mager- +Kasein +Soja milch			
Säurequelle	-	-Ameisensäure-	-----saures Molken- pulver			
Tränkeregime	-----2mal täglich zugeteilt-----					
Tränke- temperatur	-----30°C-----					
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
pH-Wert in der Tränke ¹⁾	6,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
pH-Wert im Blut (2.Woche)	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0
pH-Wert im Blut (4.Woche)	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0	7,4 ±0,0
pH-Wert im Harn (2.Woche)	6,6 ±0,2	5,7 ±0,2	5,7 ±0,1	6,0 ±0,3	5,8 ±0,1	5,8 ±0,1
pH-Wert im Harn (4.Woche)	6,7 ±0,2	5,5 ±0,1	5,5 ±0,1	5,5 ±0,1	5,5 ±0,1	5,5 ±0,1
pH-Wert im Kot (2.Woche)	6,9 ±0,5	6,9 ±0,6	6,8 ±0,4	6,4 ±0,5	6,3 ±0,6	6,3 ±0,5
pH-Wert im Kot (4.Woche)	6,8 ±0,5	6,9 ±0,5	6,6 ±0,3	6,5 ±0,4	6,4 ±0,3	6,5 ±0,3

¹⁾Tränke bei einer Milchaustauscherkonzentration
von 120 g/l

An Elektrolyten wurden Natrium, Kalium und Phosphor im Serum gemessen. Die gefundenen Werte ließen keine Beeinflussung durch die saure Tränke erkennen. Alle Daten liegen im physiologischen Bereich (vgl. BOEHNCKE, GROPP, WANDL, 1976, und BOEHNCKE, ADAM, GROPP, 1977).

Tab. 31: Elektrolytgehalt im Serum (mmol/l)
(angegeben als Mittelwert aus der
2. und 4. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- quelle	--Magermilch--	Molke +Kasein		-----Molke----- +Mager- +Kasein milch		+Soja
Säurequelle	-	-Ameisensäure-		----saures Molken- ----		-----pulver-----
Tränkeregime			-----2mal täglich zugeteilt-----			
Tränke- temperatur				-----30°C-----		
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
Natrium	136 ±2,3	136 ±2,6	137 ±3,3	138 ±2,6	135 ±2,4	136 ±2,3
Kalium	5,2 ±0,4	5,1 ±0,3	5,2 ±0,3	5,2 ±0,5	5,3 ±0,3	5,2 ±0,3
Phosphor	2,9 ±0,3	2,8 ±0,4	2,9 ±0,2	2,9 ±0,3	3,0 ±0,3	2,9 ±0,3

Der Elektrolytgehalt im Harn (gleichfalls Na, K und P, gemessen nur im Harn der männlichen Kälber) ließ eher eine Abhängigkeit von den Futterkomponenten (höherer Na-Gehalt im Harn von Tieren der Gruppen (4), (5) und (6)) korrespondierend zu höherem Na-Gehalt im Milchaustauschfutter als vom pH-Wert der Tränke erkennen.

Tab. 32: Elektrolytkonzentration (mmol/l) im Harn

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Proteinquelle	--Magermilch--		Molke +Kasein	-----Molke- +Mager- +Kasein milch		-----+Soja
Säurequelle	-	--Ameisensäure--		-----saures Molken- pulver		-----
Tränkeregime			-----2mal täglich zugeteilt-----			
Tränketemperatur			-----30°C-----			
Tierzahl	3	2	3	2	3	3
Natrium	25 (13-34) ¹⁾	23 (18-26)	25 (12-35)	38 (32-50)	40 (29-55)	38 (12-53)
Kalium	69 (34-88)	63 (49-79)	54 (28-70)	71 (53-93)	61 (42-84)	83 (39-109)
Phosphor	21 (10-29)	17 (13-23)	20 (10-32)	14 (10-19)	15 (13-19)	21 (13-32)

1) niedrigster und höchster Wert

Die N-Retention mit 33,6 gN/kg LMZ als Mittelwert aller Gruppen liegt etwas über dem von BARRY (1969), ZUCKER, GROPP, GIESSLER und BARRY (1969), und BRUGGEMANN, TIEWS, GROPP und BOEHNCKE (1973) für Mastkälber genannten Wert von 31,5 gN/kg LMZ.

Diese Differenz überrascht bei der geringen Tierzahl und der kurzen Sammelperiode nicht. Eine klare Beeinflussung durch die Versuchsrationen war nicht zu erkennen (s. Tabelle 33).

Der Hämoglobingehalt im Blut wurde nicht durch die verschiedenen Futtertypen beeinflusst. Die relativ hohen Werte entsprechen der Versorgung mit Eisen (ca. 80 mg/kg Milchaustauschfutter). Tabelle 34 informiert über den Hämoglobingehalt der einzelnen Versuchsgruppen.

Tab. 33: N-Retention (gN/kg IMZ) - Mittelwert aus der 2. und 4. Versuchswoche

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Proteinquelle	--Magermilch--		Molke +Kasein	--Molke-- +Mager- milch +Kasein		+Soja
Säurequelle	-	--Ameisensäure--		--saures Molken- pulver		
Tränkeregime			--2mal täglich zugeteilt--			
Tränke- temperatur				--30°C--		
Tierzahl	3	2	2	2	3	3
gN/kg IMZ	35,9 (34,2 bis 36,9)	37,5 (35,5 bis 39,4)	32,2 (28,7 bis 35,6)	28,8 (28,3 bis 29,3)	36,1 (34,8 bis 38,2)	31,4 (25,2 bis 40,0)

Tab. 34: Hämoglobingehalt (g Hb/100ml Blut)

Code	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
2. Woche	10,2 +1,3	11,0 +3,3	10,7 +1,0	11,0 +1,4	10,7 +0,7	10,3 +1,2
4. Woche	11,1 +1,1	11,1 +1,2	11,0 +1,1	11,4 +1,3	11,4 +1,3	11,2 +0,7

Die subjektive Beurteilung der Kotkonsistenz ließ diesmal nicht wie in Versuch I eine klare Abhängigkeit von der Fütterung erkennen.

Auch bei der Untersuchung auf Kottrockensubstanz wurden keine nennenswerten Unterschiede festgestellt.

Tab. 35: <u>Kotkonsistenz und Trockensubstanz im Kot (%)</u> ¹⁾						
Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- quelle	--Magermilch--		Molke +Kasein	-----Molke----- +Mager- +Kasein +Soja milch		
Säurequelle	-	-Ameisensäure-		----saures Molken- ---- pulver		
Tränkeregime	-----2mal täglich zugeteilt-----					
Tränke- temperatur	-----30°C-----					
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
Kotkonsi- ²⁾ stanz	1,2 ±0,5	1,0 ±0,3	0,9 ±0,4	1,0 ±0,3	1,3 ±0,4	1,0 ±0,3
Trockensub- ³⁾ stanz im Kot	17,9 ±2,7	16,2 ±2,2	18,1 ±2,5	17,3 ±2,2	16,9 ±2,4	17,3 ±1,8

1) Konsistenz: 0 = sehr hart
1 = festgeformt
2 = dünnbreiig
3 = dünnflüssig

2) Mittelwert aus 4 Wochen

3) Mittelwert aus 2. und 4. Woche

3.3.3.2. Nachperiode (5. bis 8. Woche)

In der Nachperiode waren die Versuchskriterien auf Gewichtsentwicklung (tägliche Zunahme) und Futterverwertung beschränkt.

Die täglichen Zunahmen der Gruppe (3) lagen weiterhin deutlich ($p < 0,05$) unter den Ergebnissen aller anderen Gruppen. Auch in der Futterverwertung ergaben sich für die Gruppe (3) die niedrigsten Werte.

Die Kälber der ehemaligen sauer getränkten Magermilchgruppe (2) zeigten nach der Umstellung auf eine neutrale Ration bessere Ergebnisse als die Kontrollgruppe (1), siehe Tabelle 35.

Die Ergebnisse der Gruppe (5) -Molke/Kasein- und Gruppe (6) -Molke/Soja- lagen zwischen den Werten der Gruppen (1) und (3).

Tab. 36: Ergebnisse der Nachperiode (5. bis 8. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- quelle	--Magermilch--	Molke +Kasein	-----Molke----- +Mager- +Kasein +Soja milch			
Säurequelle	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Tränkeregime	-----	-----2mal täglich zugeteilt-----	-----	-----	-----	-----
Tränke- temperatur	-----	-----	-----30°C-----	-----	-----	-----
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
g Zunahme/Tag	1243 ^a <u>+152</u> (100)	1350 ^a <u>+125</u> (109)	1054 ^b <u>+106</u> (85)	1282 ^a <u>+189</u> (103)	1193 ^a <u>+108</u> (96)	1207 ^a <u>+170</u> (97)
g Zunahme/ kg MAT	671 ^a <u>+94</u> (100)	710 ^a <u>+84</u> (106)	591 ^b <u>+57</u> (88)	674 ^a <u>+76</u> (100)	649 ^a <u>+55</u> (97)	632 ^a <u>+79</u> (94)

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

3.3.3.3. Übersicht über die gesamte Versuchsperiode (1. bis 8. Woche)

Über die gesamte Versuchsdauer betrachtet, ließ der Vergleich Gruppe (1) - 60% Magermilch in der Ration -, neutral gefüttert, zu Gruppe (2) - gleichfalls 60% Magermilch in der Ration -, sauer gefüttert, kaum Unterschiede erkennen. Die geringfügig höheren Werte der Gruppe (2) sind auf das bessere Ergebnis in der Nachperiode zurückzuführen..

Die Gruppe (4) mit 30% Magermilchanteil im Futter erzielte Leistungen, die zwischen denen der Gruppen (1) und (2) lagen.

Die magermilchfrei gefütterte Gruppe (6) blieb - wie schon in der Rohrnährstoffverdaubarkeit (4.Woche) - mit ihren Werten um 4 bis 6 % hinter der Kontrollgruppe (1) zurück.

Die niedrigsten Werte zeigten die Gruppen (3) und (5), bei deren Futter der Magermilchanteil der vergleichbaren Gruppen (2) und (4) durch Molke/Kasein ersetzt war (s. Tabelle 37).

Tab. 37: Übersicht über die gesamte Versuchsperiode
(1. bis 8. Woche)

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Protein- quelle	--Magermilch--		Molke +Kasein	-----Molke----- +Mager- +Kasein milch		+Soja
Säurequelle (Ameisensäure u. saures Molken- pulver nur bis einschl. 4. Woche)	-	-Ameisensäure-		----saures Molken- pulver		----
Tränke-pH-Wert nach der 4. Woche	-		-----neutral-----			
Tränkeregime			-----2mal täglich zgeteilt-----			
Tränke- temperatur				-----30°C-----		
Tierzahl	10	8	10	9	9	10
g Zunahme/Tag	960 ^a +112 (100)	979 ^a +110 (102)	755 ^b +134 (79)	975 ^a +177 (102)	886 ^a +131 (92)	907 ^a +145 (94)
g Zunahme/ kg MAT	648 ^a +78 (100)	665 ^a +66 (103)	545 ^b +75 (84)	661 ^a +82 (102)	626 ^a +47 (97)	621 ^a +84 (96)

Daten mit verschiedenen Buchstabenindizes unterscheiden sich mit $p < 0,05$ signifikant voneinander.

3.4. Fütterungsversuch III

Nach den schlechten Erfahrungen mit der Akzeptanz von Kalttränke in Versuch I (Einzelhaltung) sollte untersucht werden, ob Kalttränke von jungen Kälbern und unter Aufzuchtbedingungen (Gruppenhaltung) besser aufgenommen wird.

3.4.1. Versuchsplan und Durchführung

3.4.1.1. Tiermaterial

Über einen Händler wurden 7 Fleckviehkälber (3 ♀ und 4 ♂) im Alter von 3 bis 8 Tagen erworben.

3.4.1.2. Versuchsdauer

Anlieferung:	13.12.1977
Kalttränkeperiode:	14.12.1977 bis 9.2.1978 (= 8 Wochen)
Beobachtungszeit nach der Umstellung auf Heu und Kraftfutter:	9.2. bis 16.2.1978 (= 1 Woche)

3.4.1.3. Tierhaltung

Die Kälber wurden in einem Laufstall¹⁾ (Gruppenhaltung) mit Einstreu aufgestellt. Der Stall war mit 2 Tränkenippeln für Milch und einem Tränkenippel für Wasser, an denen sich die Kälber ad libitum bedienen konnten, ausgestattet. Außerdem waren eine Heuraufe und ein Trog für Kraftfutter angebracht. Im Stallvorraum brannte nachts eine Lampe.

¹⁾ Nebenraum zu dem auf Seite 37/38 beschriebenen Versuchstall

3.4.1.4. Fütterungsregime

Die Tränkekonzentration wurde mehrfach geändert, um den Verbrauch an Milchaustauschfutter zu regulieren:

Tag	1 bis 19:	80 g/l
	20 bis 30:	100 g/l
	31 bis 39:	80 g/l
	40 bis 56:	60 g/l

Die Futterzusammensetzung entsprach Ration (3) von Versuch I. Ab Versuchsbeginn wurde zusätzlich Heu und Kraftfutter (Kälberstarter, pelletiert, der Fa. Inntaler Mischfutter, Reitmehring) angeboten. Die Kälber konnten jederzeit Wasser ad libitum aufnehmen.

3.4.1.5. Versuchsdurchführung

Kalttränke wurde in Abständen von 2 bis 3 Tagen angerührt und nach Bedarf aus einem großen Vorratsbehälter (V2A Stahl) in den eigentlichen mit den Tränkenippeln verbundenen Kalttränkebehälter (Plastikwanne) abgefüllt. Hier wurde die Tränketemperatur über einen Thermostaten konstant (ca. 18 bis 21°C) gehalten. Außerdem wurde die Tränke von einem Magnetrührer mit Zeitschaltung alle 20 Minuten für 30 Sekunden umgerührt. Vom Plastikbehälter führten Plastikschräuche von ca. 80 cm Länge und 1 cm lichte Weite zu den 2 Tränkenippeln. Diese Tränkenippel waren mit einem Rückschlagventil versehen, so daß beim Saugakt nur Tränke (und keine Luft) angesaugt wurde. Plastikschräuche und Tränkenippel wurden alle 8 Tage mit warmem Wasser und Spülmittel gereinigt. Der Vorratsbehälter und die

Plastikwanne wurden bei jedem Nachfüllen mit Wasser und Bürste gesäubert.

Die Tiere wurden in wöchentlichem Abstand gewogen. Die Verzehrsmengen an Milchaustausch- und Kraftfutter wurden notiert, das Verhalten der Tiere beobachtet.

3.4.2. Versuchsverlauf

Die Tiere wurden nach Versuchsplan im Alter von 3 bis 8 Tagen angeliefert. Nach dem ersten Tag mit neutraler Eimertränke wurde auf ad libitum-Fütterung umgestellt. Unter den 7 Kälbern befanden sich 2 Zwillinge mit Untergewicht (ca. 34 kg). Beide Kälber wurden nach dem 2. Kalttränketag und dem Versuch, Kalttränke sowie warme Sauertränke über den Eimer zu verabreichen, wegen allgemeiner Lebensschwäche mit neutraler warmer Eimertränke aufgezogen.¹⁾ Dennoch verendete eines der Zwillingeskälber nach 10 Tagen; das andere konnte nach längerem Kümern (unter Beibehaltung der neutralen warmen Eimertränke) zusammen mit den anderen Kälbern auf Kraft- und Rauhfutter umgestellt werden.

Die restlichen 5 Kälber mußten etwa 2 Tage an das Saugen am Tränkenippel gewöhnt werden, ansonsten nahmen diese Kälber die Kalttränke auf. Das von Anfang an dargebotene Heu und der Kälberstarter wurden nach etwa 14 Tagen in ständig steigender Menge aufgenommen.

Nach 8 Wochen wurde ohne Übergangsphase die Kalttränke abgesetzt. Die Umstellung verlief problemlos.

¹⁾ Diese Beobachtung an Kälbern mit einem Gewicht von weniger als 40 kg entspricht den Feststellungen von COENEN (1977), siehe Seite 6.

3.4.3. Ergebnisse

Die Kalttränke wurde von den jungen Kälbern im Laufstall im Gegensatz zu Versuch I mit älteren Kälbern in angemessener Menge aufgenommen.

Da die Tiere im Laufstall gehalten wurden, konnte nicht genau kontrolliert werden, welche Futtermenge vom Einzeltier aufgenommen wurde. Nach Beobachtung war die Futteraufnahme jedoch bei allen Tieren gut.

Die tägliche Futteraufnahme lag während der ersten 2 Wochen im Mittel bei 586 g Milchaustauschfutter, entsprechend 7,3 Liter Tränke pro Tier und Tag.

Der Verbrauch an Kalttränke stieg insbesondere nach der 4. Woche an, an einzelnen Tagen wurden Höchstmengen bis zu 15 Liter pro Tier und Tag aufgenommen. Daher wurde die MAT-Konzentration entsprechend verringert. Der mittlere Verbrauch an Kalttränke lag während der 3. bis zur 8. Woche bei 9,2 Liter je Tier und Tag (entsprechend 736 g MAT); der Verzehr von Kälberstarter für die gesamten 8 Wochen betrug insgesamt 23,3 kg pro Kalb (416 g pro Tier und Tag).¹⁾ Der Verbrauch an Heu wurde nicht gemessen.

Zusätzlich zur Kalttränke wurden im Schnitt etwa 0,8 Liter Wasser pro Tier und Tag aufgenommen; dieser Mittelwert ist aber nicht als repräsentativ anzusehen, da meist nur dieselben 2 von 6 Kälbern¹⁾ an der Wassertränke beobachtet wurden.

¹⁾ Diese Durchschnittswerte konnten nur einschließlich Kalb Nr. 6 - dem Zwilling, der neutrale Tränke erhielt - berechnet werden.

Das durchschnittliche Anfangsgewicht der 5 mit Kalttränke aufgezogenen Kälber lag bei 45,9 kg, das Gewicht nach 8 Wochen bei 79,3 kg, was einer mittleren täglichen Zunahme von etwa 600 g pro Kalb entsprach. Die Einzelzunahmen der Kälber sind der Tabelle 38 zu entnehmen.

Das Verhalten der Kälber, insbesondere bei der Nahrungsaufnahme, wurde so oft wie möglich beobachtet. In der Regel drängten sich die Kälber zur gleichen Zeit an die Tränkenippel. Meist waren binnen kurzer Zeit größere Tränkemengen auf einmal verbraucht (10 bis 30 Liter). Ebenso wurden Heu und Kraftfutter gemeinsam aufgenommen. Dann schloß sich eine längere Pause in der Futteraufnahme an. Es konnten 3 Hauptmahlzeiten festgestellt werden:

gegen 6⁰⁰ Uhr

gegen 9⁰⁰ Uhr und

gegen 17⁰⁰ Uhr

Die v.BOTHMER (1977a) beschriebene oftmalige Tränkeaufnahme in kleinen Portionen wurde nicht beobachtet. Allerdings wurde der Versuch III zeitlich gemeinsam mit Versuch II durchgeführt. Die jungen Kälber waren in einem Nebenraum zu den beiden Ställen mit Einzelhaltung untergebracht, so daß eine Stimulierung der Futteraufnahme durch das Eimerklappern und den Lärm aus den großen Ställen während der dortigen Fütterung denkbar ist.

Tab. 38: Gewichtsentwicklung - Fütterungsversuch III

Kalb Nr.	1	2	3	4	5	Mittelwert
Anfangsgewicht/kg	41,0	50,1	48,7	46,1	43,5	45,9
Endgewicht/kg (nach 8 Wochen)	58,8	83,8	81,8	88,0	84,2	79,3
Gewicht/kg, (eine Woche nach Absetzen der Tränke)	62,6	87,4	86,5	93,5	88,7	83,7
g Zunahme/Tag (1.u.2. Woche)	93	-71	-29	457	429	-
g Zunahme/Tag (1.bis 8. Woche)	318	602	591	748	727	597

4. DISKUSSION

4.1. Konservierung von Tränke

In eigenen Untersuchungen hatte sich Ameisensäure zur Konservierung (Vermeidung mikrobieller Zersetzung) gut bewährt. Die konservierende Wirkung ist dabei offenbar von 2 Komponenten abhängig: dem Konservierungsmittel per se und einer ausreichenden Erniedrigung des pH-Wertes. Dadurch erklärt sich zwanglos, warum beispielsweise Propionsäure oder Formiat und Propionat im Vergleich zu Ameisensäure eine unbefriedigende Wirkung zeigten. Durch die genannten Konservierungsmittel war eine vergleichbare Absenkung des pH-Wertes nicht möglich. Erst wenn - etwa über Zusatz von Citronensäure - der pH-Wert entsprechend abfällt, konnte die erwünschte Konservierung über 3 Tage auch mit Propionsäure bzw. Formiat oder Propionat erreicht werden.

Milchaustauschprodukte mit eingearbeitetem Konservierungsmittel standen für diese Untersuchungen noch nicht zur Verfügung, wohl aber konnten sie in den später durchgeführten Fütterungsversuchen verwendet werden. Aus diesen Fütterungsversuchen kann geschlossen werden, daß mit diesen Produkten ein dem Ameisensäure-Zusatz direkt vergleichbarer Effekt erzielt werden kann. Offensichtlich genügt daher zur Entfaltung der konservierenden Wirkung von Formiat ein entsprechend saures Milieu; ein niedriger pH-Wert allein (z.B. infolge sauren Molkenpulvers dürfte dagegen kaum - wenn überhaupt - ins Gewicht fallen.

Der ausgeprägt konservierende Effekt von Ameisensäure wird dadurch unterstützt, daß im wesentlichen der nicht dissoziierte Anteil von Ameisensäure antimikrobiell wirksam wird (SCHORMÜLLER, 1966). Die Dissoziation von Ameisensäure wird mit fallendem pH-Wert zurückgedrängt.

Insofern stehen die eigenen Ergebnisse in guter Übereinstimmung mit den Gewohnheiten der Praxis, die vorwiegend auf Empfehlung von BOXEM und MEIJER(1973) sowie von v.BOTHMER (1976) auf der Verwendung von Ameisensäure beruhen.

Ameisensäure ist als Konservierungsmittel sowohl lebensmittelrechtlich (Konservierungsstoffverordnung, Lebensmittelrecht) als auch futtermittelrechtlich (Verordnung zur Änderung der Futtermittelverordnung vom 16.12.76) zugelassen.

Bei zufriedenstellender Konservierung der Tränke trat als unerwünschter Nebeneffekt eine unzureichende Stabilität der Tränkesuspension auf. Sie konnte auch in den entsprechenden Fütterungsversuchen I und III beobachtet werden.

Bei Verwendung von Magermilchpulver kommt es zur Säure-Fällung von Kasein, die in der Regel zwar feinflockig auftritt, dennoch aber auf die Dauer zur Sedimentation von Kasein führt.

Magermilchfreie Produkte enthalten meistens ein Sojaproteinkonzentrat. Diese wasserunlösliche Komponente neigt naturgemäß zur Sedimentation.

Als ungelöstes Problem der Konservierung von Vorrats-
tränke, die mit einem niedrigen pH-Wert verbunden ist,
ist daher - unabhängig von der Proteinquelle - die
Stabilität der Tränkesuspension anzusehen; so ist in
der Regel die Verwendung eines Rührwerkes erforder-
lich (Versuch III).

Auch der Einsatz von viskositätserhöhenden Mitteln
(Xanthan Gum, Versuch I) führte nur zu einer parti-
tiellen Verbesserung der Stabilität, die insgesamt
gesehen, dennoch ungenügend blieb.

Eine ausreichende Stabilität der Tränkesuspension
ist jedoch nicht nur von der Löslichkeit entsprechen-
der Proteinkomponenten abhängig, sondern steht auch
mit den verwendeten Fetten, deren Zusammensetzung
und Tröpfchenverteilung in unmittelbarer Verbindung.
Da Sauertränken (als Vorratstränke) in der Regel kalt ver-
abreicht werden, und damit die Ansetztemperatur meist
40°C nicht übersteigt, sind Fette mit niedrigem
Schmelzpunkt (z.B. pflanzliche Öle) bevorzugt zu ver-
wenden. Als Trocknung dürfte zur Erreichung der not-
wendigen kleinen Partikelgröße nur das Sprühverfahren
in Frage kommen. Anderenfalls müßte eine Aufrahmung
der Tränke in Kauf genommen werden.

4.2. Akzeptanz von Sauertränke

Im Versuch I führte kalte und saure Tränke zu einer
derart ausgeprägten Verzehrsdepression, daß die Tiere
im Mittel beider kalt getränkten Gruppen um 77g/Tag
über einen Zeitraum von 4 Wochen abnahmen.

Dies steht im Gegensatz zu Berichten aus Norddeutsch-
land (v.BOTHMER, 1976 und 1977a/b sowie Praxisberichte
in der Zeitschrift TOP AGRAR, 1976).

Allerdings wurde das Kalttränkeverfahren in Norddeutschland bei jüngeren Kälbern (ab der 2. Lebenswoche) unter Aufzuchtbedingungen (zusätzlich zur Tränke wird Wasser, Heu und Kraftfutter zur beliebigen Aufnahme angeboten) und meist im Laufstall (Gruppenhaltung) erprobt. COENEN (1977) vertritt die Meinung, daß Fleckviehkälber weniger leicht an eine kalte Tränke zugewöhnen sind als Schwarzbunte Kälber.

Deshalb wurde Fütterungsversuch III mit jungen (3 - 8 Tage alt) Fleckviehkälbern unter den genannten Aufzuchtbedingungen und in Gruppenhaltung durchgeführt. Unter diesen Bedingungen wurde die Kalttränke in Versuch III gut akzeptiert. Entsprechend wurde im Gegensatz zu Versuch I eine befriedigende Zunahme (ca. 600g/Tag und Tier über 8 Wochen bis zur Entwöhnung) erzielt.

Außer den genannten Faktoren spielt für die Akzeptanz einer sauren Tränke offensichtlich die Tränktemperatur eine entscheidende Rolle. Eine von der Zusammensetzung her gleiche Tränke - pH-Wert gleichfalls 4,2 - aber mit einer Temperatur von 30°C angeboten, wurde kaum schlechter als eine warme (38°C) Tränke mit neutralem pH-Wert akzeptiert (Versuch I). Auch nach neuesten Empfehlungen für die Praxis (STOLPMANN, 1978) ist ein Thermostat zur Erzielung einer Tränketemperatur von ca. 20°C beim Kalttränkeverfahren zweckmäßig.

Möglicherweise ist durch die hier eingehend beschriebene Art der Versuchsdurchführung, d.h. der Prüfung eines an sich für die Kälberaufzucht entwickelten

Tränkeverfahrens im Mastschema (als Alleinfutter), wenn auch nur über 4 Wochen, eine Beeinflussung der Versuchsergebnisse eingetreten. Es kann nicht entschieden werden, ob dann **Kalttränke besser aufgenommen** wird, wenn eine Möglichkeit zur alternierenden Futteraufnahme (etwa Heu, Kraftfutter, aber auch Wasser), wie sie in der Kälberaufzucht gegeben ist, besteht.

Insofern muß ergänzend angefügt werden, daß die bessere Akzeptanz einer kalten Sauertränke bei jungen Kälbern in Gruppenhaltung (Versuch III) nicht nur mit den Faktoren Haltung und Alter, sondern unter anderem auch mit dem gesamten Fütterungsregime im Zusammenhang gesehen werden sollte.

Aus den Erfahrungen mit den vorgelegten Untersuchungen kann jedoch geschlossen werden, daß der Faktor Fütterungsregime (Ergänzungsfutter : Alleinfutter) allenfalls zur Erklärung gradueller Unterschiede (etwa Ausmaß der Tränkeverweigerung) dienen kann, kaum aber für das Auftreten von derart gravierenden Unterschieden (Tatsache der Tränkeverweigerung) herangezogen werden mag.

Die Ursachen der absoluten Verweigerung einer Aufnahme kalter, saurer Tränke durch einzelne Kälber ist ungeklärt. Sie dürfte jedoch nicht aus der Überforderung der Regulationsmechanismen des Säure-Basenhaushaltes hervorgehen.

4.3. Säure - Basen - Haushalt bei Sauertränke

Vom Körper aufgenommene Säuremengen (Protonen) werden vor allem über die Nieren ausgeschieden.

VOGEL und GÄRTNER (1976) nennen 3 renale Regulationsmechanismen zur Konstanthaltung der Wasserstoffionen-Konzentration im Blut:

- 1) Bicarbonat-Mechanismus (proximaler Tubulusabschnitt)
Austausch von tubulärem Na^+ gegen zelluläres H^+ ,
im Tubuluslumen entsteht H_2CO_3 .
- 2) Phosphat-Mechanismus (distaler Tubulusabschnitt)
Austausch von tubulärem Na^+ und K^+ gegen zelluläres H^+ ,
im Tubuluslumen entsteht H_2PO_4^- .
- 3) Ammonium-Mechanismus (distaler Tubulusabschnitt)
In der Zelle wird NH_3 aus Glutamin abgespalten,
 NH_3 diffundiert in das Tubuluslumen, nimmt dort
ein H^+ Ion auf ($\rightarrow \text{NH}_4$) und wird dann an einen
Säurerest (z.B. Cl^-) gebunden und ausgeschieden.

Weitere Regulationsmöglichkeiten - wie über die Lunge - dürften gleichfalls von Bedeutung sein, konnten aber nicht untersucht werden.

Ein Absinken des pH-Wertes im Harn bei Verabreichung von saurer Tränke überrascht daher nicht; der niedrigste gemessene pH-Wert im Harn lag bei 5,3. Es konnte nicht von vornherein ausgeschlossen werden, daß durch eine Änderung des Harn-pH-Wertes auch die Elektrolyt-Ausscheidung beeinflußt wurde. Hier war an eine Einschränkung der Na-Ausscheidung und eine Erhöhung der P-Ausscheidung zu denken.

Aus der Na- und P-Konzentration im Harn aus quantitativer Harnsammlung über 3 Tage an insgesamt 15 Bullkälbern in Versuch II wird geschlossen, daß zwischen der

renalen Na- und P-Ausscheidung neutral und sauer getränkter Kälber keine Unterschiede auftreten dürften. Allein aus der Futterzusammensetzung sich ergebende Unterschiede in der Na-Versorgung finden sich in der Na-Ausscheidung über den Harn widergespiegelt.

Es war daher auch zu erwarten, daß die saure Tränke den pH-Wert im Blut und die Na-, K- und P-Konzentration im Blut nicht beeinflußt, was durch Versuch I und II bestätigt werden konnte.

Die pH-Werte im Kot waren weniger einheitlich ausgefallen. In allen sauer (pH 4,2) getränkten Gruppen - (3), (4) und (5) - des Versuchs I wurden in der 3. Woche Kot-pH-Werte zwischen 6,4 und 6,5 gemessen (Wert der Kontrollgruppe 6,6). In Versuch II wurden dagegen in den ebenfalls sauer getränkten Gruppen pH-Werte zwischen 6,3 und 6,9 festgestellt. Dabei wiesen alle Gruppen mit Zusatz von flüssiger Ameisensäure zur Tränke Werte zwischen 6,6 und 6,9 auf (Werte der Kontrollgruppe 6,8 bis 6,9). In den Gruppen (4), (5) und (6), deren Milchaustauschfutter durch Spezialmolkenprodukte angesäuert war, wurden pH-Werte zwischen 6,3 und 6,5 beobachtet. In Versuch I konnte dagegen kein Unterschied hinsichtlich des pH-Wertes im Kot abhängig von der Art der Säuerung (Ameisensäure : saure Molke) ermittelt werden.

Vergleicht man die Verdaubarkeit der Trockensubstanz der sauer getränkten Rationen aus Versuch I und II mit den korrespondierenden pH-Werten im Kot (Tab. 39), so ergeben sich für die beiden Versuche keine einheitlichen Verhältnisse. In Versuch I wurden in allen sauer (pH 4,2) getränkten Gruppen pH-Werte zwischen 6,4 und 6,5 gemessen.

In Versuch II wurde ein gleich niedriger Kot-pH-Wert nur für die Gruppen mit saurer Molke im Futter erhalten. Es fällt auf, daß unabhängig von der Art der Säureeintrbringung in die Tränke in all den Gruppen, deren Futter-Trockensubstanz eine Verdaubarkeit von weniger als 88,5% aufwies, ein Kot-pH-Wert von 6,4 bis 6,5 gemessen wurde. Bei einer Trockensubstanzverdaubarkeit von mehr als 89% lag der korrespondierende pH-Wert im Kot zwischen 6,6 und 6,9. Ein Zusammenhang zwischen Futterverdaubarkeit und Kot-pH-Wert unabhängig vom Tränke-pH-Wert kann daher nicht ausgeschlossen werden.

Tab. 39: Trockensubstanzverdaubarkeit, pH-Wert im Kot und pH-Wert in der Tränke

<u>Versuch I</u>						
<u>Ration</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	
Trockensubstanzverdaubarkeit	89,6	89,6	87,2	85,7	86,8	
Kot-pH-Wert	6,6	6,7	6,5	6,5	6,4	
Tränke-pH-Wert	6,8	5,8	4,2	4,2	4,2	
<u>Versuch II</u>						
<u>Ration</u>	<u>(1)</u>	<u>(2)</u>	<u>(3)</u>	<u>(4)</u>	<u>(5)</u>	<u>(6)</u>
Trockensubstanzverdaubarkeit	89,6	89,1	88,9	88,4	88,4	87,5
Kot-pH-Wert	6,9	6,9	6,7	6,5	6,4	6,4
Tränke-pH-Wert	6,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2

Verminderte Nährstoffverdaubarkeit ist in der Regel gleichbedeutend mit einem hohen Substratangebot an die Dickdarmflora. Produkte des mikrobiellen Stoffwechsels (flüchtige Fettsäuren aus der Kohlehydratvergärung,

freie Fettsäuren aus der bakteriellen Hydrolyse von Triglyceriden) bedingen einen Abfall des pH-Wertes. So kann hier generell die Futterzusammensetzung, welche zu einer verminderten Trockensubstanz-Verdaubarkeit als Indikator der Verdaubarkeit aller Nährstoffe führt, mit dem pH-Wert im Kot in Verbindung gebracht werden, wobei eine mitbestimmende Wirkung eines etwaigen Säurezusatzes zur Tränke nicht ausgeschlossen werden soll.

4.4. Rohnährstoffverdaubarkeit bei Sauertränke

Der normale Ablauf der Verdauungsvorgänge im Labmagen von milchernährten Kälbern wird von ASH (1964), SMITH (1964), MYLREA (1966) und PORTER (1968) beschrieben.

Im Labmagen liegt der pH-Wert vor der Fütterung zwischen 1,0 und 2,0. Nach der Fütterung gerinnt die Milch sehr rasch. Dabei steigt der pH-Wert auf ca. 6,0 und sinkt dann langsam - durch die HCl-Sekretion - innerhalb von 5 Stunden wieder auf den Ausgangswert ab.

Die enzymatische Proteinspaltung im Labmagen erfolgt über Labferment bzw. Pepsin, wobei anfänglich Labferment überwiegt, einzelne Kälber aber bereits im Alter von 2 Wochen mehr Pepsin bilden. Mit zunehmendem Alter sinkt die Aktivität von Labferment zugunsten der Produktion von Pepsin.

Kalttränke gelangt bereits sauer und teilweise geronnen in den Labmagen; der pH-Wert steigt nicht im gleichen Maße wie bei neutraler Tränke an.

Trotzdem wird der niedrige Ausgangs-pH-Wert (1,0 bis 2,0) nicht rascher erreicht als bei neutraler Tränke (eigene Untersuchungen¹⁾).

Der pH-Wert des Mageninhaltes liegt bei Sauertränke unmittelbar nach Aufnahme der Mahlzeit wesentlich näher am proteolytischen Optimum der Labaktivität und auch näher dem Optimum der Trypsinaktivität als nach Aufnahme einer neutralen Tränke.

Dies dürfte auch die relativ guten Ergebnisse der Praxis mit saurer Tränke und magermilchfreien Rationen, bei denen eine Labgerinnung weitgehend entfällt, erklären. Mit der Bildung eines relativ stabilen Gerinnungskuchens, der nach Aufnahme kaseinhaltiger Tränke auftritt, darf allerdings nicht gerechnet werden. Vermutlich gilt dies sowohl für magermilchhaltige wie auch für magermilchfreie Futtermischungen. v.WEERDEN und HUISMAN (1978) verabreichten an Kälber bereits vorbehandeltes (Labferment), magermilchhaltiges Milchaustauschfutter. Sie beobachteten dabei das Ausbleiben der Bildung eines Gerinnungskuchens im Labmagen, konnten aber in den hinteren Darmabschnitten keinen Unterschied in der Proteinverdaubarkeit, abhängig von der Ausbildung eines Gerinnungskuchens, feststellen.

Es darf daher angenommen werden, daß ein Säurezusatz zur Tränke eine Art Vorverdauung darstellt, welche bestimmte Nachteile (Ausbleiben des Gerin-

¹⁾ An dieser Stelle wird Herrn Prof. Dr. G. Dirksen für die Anlegung von Duodenal-Umleitungskanülen gedankt.

nungskuchens, möglicherweise beschleunigte Entleerung des Labmagens) auszugleichen vermag. Darüber hinaus dürfte sich bei magermilchfreien Rationen ein echter Vorteil für saure Tränke ergeben. Eine geringe HCl-Sekretion wird bei sehr jungen Kälbern beobachtet (ROY und STOBO, 1974). WILLIAMS, ROY und GILLIES (1976) berichten auch von einer verminderten HCl-Sekretion durch die Verfütterung von milchfremden Proteinen und hitzedenaturierten Milchproteinen. Die hier verringerte Säuredenaturierung von Futterproteinen dürfte sich kaum negativ auswirken, da eine ausreichende Säuremenge bereits der Tränke zugesetzt wird.

Die ermittelten Verdaubarkeitskoeffizienten für Rohprotein und Rohfett lassen keinen prinzipiellen Unterschied zwischen neutraler und saurer Tränke erkennen. Bei gleicher Futterzusammensetzung (Versuch II, 60% Magermilch enthaltende Rationen) wurden bei neutraler bzw. saurer Verabreichung der Tränke 88,3 bzw. 87,9 % Verdaubarkeit für Rohprotein und 86,7 bzw. 85,9 % für Rohfett gemessen (Mittelwerte aus der 2. und 4. Versuchswoche).

Dem steht nicht entgegen, daß in Versuch I - Ration (3) - sowie in Versuch II - Ration (6) - niedrigere Verdaubarkeitskoeffizienten in den sauer (pH 4,2) getränkten Gruppen errechnet wurden. Diese Rationen waren magermilchfrei zusammengestellt und enthielten 11,5 bzw. 8,6 % Sojaproteinkonzentrat. Die geringere Verdaubarkeit von Sojaproteinen im Vergleich zu Magermilch ist bekannt (ROY, 1970 und 1974, NITSAN et al., 1971, GROPP, 1972 und 1975, ERBERSDOBLER, 1972, ROY und STOBO, 1974, SMITH und SISSONS, 1975).

Insofern dürften diese Unterschiede nicht mit dem Fütterungsregime "sauer" in Verbindung stehen. Frühere Beobachtungen (PALLAUF und BRUNE, 1978), die hier einen Zusammenhang annehmen ließen, dürften nach den vorgelegten Daten eher mit der Futterzusammensetzung in Verbindung stehen (magermilchhaltige Kontrollration : magermilchfreier Kalttränke).

Ein zumindest theoretischer Nachteil einer sauren Tränke könnte sich aus ihrer kalten Verabreichung ergeben, da die Verdauung als enzymatisch gesteuerter Prozeß der RGT-Regel¹⁾ unterliegt. Eine Abhängigkeit der Labgerinnung von der Temperatur wurde mehrfach, zuletzt von KOWALCHYK und OLSON (1977), beschrieben.

Es wäre daher denkbar, daß durch die niedrige Temperatur der Kalttränke die Verweildauer der Milch im Labmagen zu kurz ausfällt, um eine ausreichende Proteolyse durch Lab und/oder Pepsin zu gewährleisten. Als Folge würden dann hochmolekulare Proteine anstelle der bereits zu kurzkettigen Peptonen gespaltenen Milchproteine in den Dünndarm gelangen, die möglicherweise durch die Pankreasenzyme (Trypsin und Chymotrypsin) nicht mehr vollständig abgebaut werden können. Eine bakterielle Proteinvergärung in den hinteren Darmabschnitten (putrefaktive Diarrhoe) kann nicht mehr ausgeschlossen werden.

Dagegen sprechen jedoch die praktischen Erfahrungen sowie die eigenen Untersuchungen, nach denen die Tem-

¹⁾ RGT = Reaktion - Geschwindigkeit - Temperatur

peratur des Nahrungsbreies im Labmagen sehr rasch (innerhalb von 30 bis 60 Minuten) auf Körpertemperatur ansteigt.

4.5. Zunahme an Lebendmasse und Futterverwertung bei Sauertränke

Die kalt getränkten Gruppen (4) und (5) aus Versuch I müssen hier unberücksichtigt bleiben, da die stark reduzierte Futteraufnahme zu einem erheblichen Verlust an Lebendmasse in den 4 Versuchswochen geführt hatte. Im Versuch I (Hauptperiode) wurde für die sauer getränkte Gruppe (3) eine um jeweils 14 % niedrigere Zunahme und Futterverwertung als für die Kontrollgruppe (1) beobachtet. Dies überrascht bei der geringeren Rohnährstoffverdaubarkeit der magermilchfreien Rezeptur nicht (vgl. Seite 104) und kann nicht als Effekt des niedrigeren pH-Wertes der Ration (3) bezeichnet werden. So wurden auch im Versuch II (Hauptperiode) weniger deutlich ausgeprägte Unterschiede zwischen der mit magermilchhaltigem Futter getränkten (pH 6,8) Kontrollgruppe (1) und den gleichfalls mit magermilchhaltigem Futter getränkten (pH 4,2) Gruppen (2) und (4) beobachtet. Die Zunahme und Futterverwertung dieser beiden Gruppen (2) und (4) lagen zwischen 4 % über und 10 % unter den entsprechenden Daten der Kontrollgruppe (1).

Nicht überall in gleichem Maß, aber tendenziell, zeichnete sich in der Nachperiode eine Kompensation ab, so daß die Gruppen im Ergebnis über die gesamte Versuchsdauer aneinanderrückten. Auch STECHELE (1978) beobachtete an Schwarzbunten Kälbern, daß mit magermilchfreiem Milchaustauschfutter getränkte Versuchsgruppen nach Umstellung und Entwöhnung gegenüber mit mager-

milchhaltiger Tränke ernährten Gruppen aufholten.

Fraglich bleibt, ob die genannten Unterschiede von 9 bis 85 g Zunahme pro Tag unter diesen Aspekten für die Aufzucht von ausschlaggebender Bedeutung sind.

4.6. Diätetischer Effekt von Sauertränke

In Versuch I wurde ein positiver Einfluß der sauren Tränke auf die Kotkonsistenz festgestellt, während in Versuch II diesbezüglich keine klare Aussage getroffen werden kann. Offen bleiben muß, ob die festere Kotkonsistenz der sauer getränkten Gruppen in Versuch I auf den Einfluß des niedrigen pH-Wertes oder auf die Nahrungszusammensetzung (magermilchfrei) zurückzuführen ist. Fest steht dagegen, daß magermilchfreie Futtertypen zu einer festeren Kotkonsistenz führen (CHASSIN, 1969, und GROPP, 1972). Auch Berichte aus der Praxis über eine geringere Anfälligkeit von sauer getränkten Tieren gegenüber Erkrankungen des Magen-Darmtraktes lassen keinen eindeutigen Schluß über den diätetischen Effekt einer Sauertränke zu, da bisherige Milchaustauschfutter für saure Tränke in der Regel magermilchfrei zusammengesetzt waren.

Dennoch wird zugestanden, daß ein möglicher diätetischer Effekt einer Sauertränke unter Praxisbedingungen deutlicher ausfällt als unter den hygienisch besseren Bedingungen eines Fütterungsversuches.

4.7. Tierschützerische Aspekte

Das Tierschutzgesetz (§ 3, Abs.8) verbietet, "einem Tier Futter zu reichen, das dem Tier offensichtlich

erhebliche Schmerzen, Leiden oder Schäden bereitet".

In den vorgelegten Untersuchungen konnten keinerlei Anhaltspunkte gefunden werden, daß Veränderungen am Schlachtkörper oder Veränderungen physiologischer Werte am Tier auftreten. Allerdings sind die Befunde an den Schlachtkörpern aus Versuch I, die keinerlei Anzeichen für eine Veränderung durch kalte und saure Tränke erkennen ließen, nicht ohne Einschränkung zu betrachten. Zwischen Verabreichung von Kalt- bzw. Sauertränke und Schlachtung lag eine 6wöchige Periode mit neutraler und warmer Tränke. Allenfalls schwere Gewebsveränderungen hätten sich nach dieser Zeitspanne noch grobsinnlich erfassen lassen.

Durch die niedrige Tränketemperatur und die Säurezugabe wird die Tränke geschmacklich verändert, so daß die Futteraufnahme reduziert wird. Ob dadurch allerdings der Tatbestand eines "erheblichen Leidens" erfüllt wird, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Zu bedenken ist aber, daß auch konventionell getränkte Tiere durch die Futterzumessung nicht beliebig viel Tränke aufnehmen können; dies gilt ganz besonders für das early weaning-System, bei dem durch eine niedrige Tränkmenge eine frühzeitige Rauhfutteraufnahme angestrebt werden soll.

Inwieweit bei Akzeptanzschwierigkeiten mehrtägiges Hungernlassen bis zur Aufnahme saurer Tränke mit dem Tierschutzgedanken in Einklang zu bringen ist, muß im Einzelfall beurteilt werden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In einer Laborstudie wurde an insgesamt 384 Proben der Einfluß verschiedener Konservierungsmittel auf die Stabilität der Tränkesuspension und auf die mikrobielle Zersetzung untersucht. Aus den Ergebnissen wird abgeleitet, daß eine ausreichende Konservierung nur bei gleichzeitiger Erniedrigung des pH-Wertes (unter 4,5) erreicht werden kann. Als besonders geeignet erwies sich Ameisensäure.

In 2 Fütterungsversuchen an insgesamt 120 HFL-Kälbern (LM bei Versuchsbeginn ca. 65 kg) wurde der Einfluß von sauer verabreichtem Milchaustauschfutter in Abhängigkeit von Futterzusammensetzung und Temperatur auf die Leistung von Kälbern sowie auf die Rohrnährstoffverdaubarkeit untersucht. Die Kälber standen in Einzelhaltung und wurden über 4 Wochen aus dem Eimer mit Nippeltränke nach Versuchsplan entweder 2mal täglich oder ad libitum getränkt. An die 4wöchige Versuchsperiode schloß sich eine Nachperiode von ebenfalls 4 bis 6 Wochen Dauer an, in welcher alle Kälber mit Ausnahme einer Versuchsgruppe neutrale Rationen bei einer Tränketemperatur von 30 bis 38°C erhielten.

In Versuch I wurde eine kalte Sauertränke (Tränketemperatur = Stalltemperatur, pH-Wert 4,2) unregelmäßig und in geringer Menge aufgenommen.

Dies führte zu einem durchschnittlichen Gewichtsverlust von 2,2 kg/Tier. Diese Verzehrsdepression wurde durch Anheben der Tränketemperatur von 15 bis 20°C auf 30°C nahezu aufgehoben. Im Gegensatz zur Einzelhaltung trat sie bei Laufstallhaltung unter Auf-

zuchtbedingungen. (Beifutter) nicht auf (Versuch III, 7 Kälber, 3 bis 8 Tage alt, ca. 44 kg LM).

Bei magermilchfreien Rezepturen war die Durchfallanfälligkeit geringer; 60 % Magermilch enthaltende Milchaustauschfutter führten unabhängig vom pH-Wert zu einer gleichen Kotkonsistenz.

Die Fütterungsintensität lag etwa in der Mitte zwischen den in Aufzucht und Mast angewandten Tränkeplänen. So wurden in den Kontrollgruppen (60 % Magermilch, neutral, 38 bzw. 30°C Tränketemperatur) Zunahmen von 617 bzw. 677 g/Tag erreicht. Sauertränke (pH-Wert 4,2, Tränketemperatur wie Kontrollgruppen) führte nicht zu nennenswerten Wachstumseinbußen, unabhängig ob Rationen auf Magermilch- oder Molke-Soja-Basis verabreicht wurden.

In der jeweiligen Nachperiode wurde in den Gruppen, die in der Hauptperiode niedrigere Leistungen aufwiesen, eine Tendenz zu besseren Leistungen beobachtet.

Die Verdaubarkeit von Rohprotein und Rohfett (gemessen über Chromoxid als Indikator in der 3. Woche - Versuch I - bzw. in der 2. und 4. Woche - Versuch II -) ließ keine Abhängigkeit vom pH-Wert der Tränke erkennen. Mit abnehmendem Magermilchanteil (von 60 auf 0 %) wurden absinkende Verdaubarkeitsquotienten gemessen (Rohprotein 88,3 auf 84,1 %; Rohfett von 87,4 auf 82,2 %). Die Stickstoffretention, gemessen an nur 2 bis 3 Bullkälbern (Versuch II), die pro Rationsgruppe im Versuch standen, folgte der Gewichtsentwicklung.

Der Elektrolytgehalt (Na, K, P) im Serum und Harn war vom Fütterungsregime unbeeinflusst.

Der pH-Wert des Blutes ließ keine Beziehung zum pH-Wert der Tränke erkennen (im Mittel 7,4). Es wird vermutet, daß der pH-Wert im Kot weniger durch den Zusatz von Ameisensäure zur Tränke als durch eine herabgesetzte Verdaubarkeit der Trockensubstanz erniedrigt wird. Der pH-Wert des Harns wurde von 6,7 (Tränke-pH-Wert 6,8) durch die Verabreichung einer sauren Tränke (pH 4,2) auf 5,7 erniedrigt. Dieser Unterschied war in der zweiten Versuchshälfte deutlicher ausgeprägt als in der ersten.

SUMMARY

STUDIES ON CALVES FED WITH LIQUID DIETS AT LOW PH

The influence of several preservations on stability and microbiell damage was studied. Best results were found with formic acid, but only when the pH in the liquid diet was lower than 4,5.

2 feeding experiments with total 120 calves (Simmental, 65 kg bodyweight at begin of the experiments) were performed to study the influence of a liquid diet with low pH in correlation with the milkreplacer-composition and feeding temperatures upon daily gain, feed efficiency and digestibility.

The calves were chained up. They were fed (only with milkreplacer) either twice a day or ad libitum. After 4 weeks of main experimental period all calves (exept one group) were fed with liquid diet at neutral pH for another 4 or 6 weeks.

The cold (stable temperature) and sour (pH 4,2) liquid diet was accepted only in a very small daily amount. The calves lost about 2,2 kg bodyweight each in four weeks. The same liquid diet, fed warm (30°C) was accepted fairly well.

Another 7 young (age: 3-8 days) calves, all reared in one box, were fed with sour and cold liquid diet, but they had free acces to water, hay and calf-starter. These calves accepted the cold and sour liquid diet very well, exept 2 calves, which did not accept warm and neutral diet either.

Less scours were found in the groups fed with skimmilk-free diet (whey and soyprotein in the milkreplacer), independent from the pH of the liquid diet.

The feeding intensity was about in the middle of feeding reglementations usually applied for veal calves and for rearing. So the calves of the controlgroups (warm diet at neutral pH with about 60% skimmilk) had daily gains of 617 and 677 g. Nearly the same daily gain was found for the calves fed with sour liquid diets, independent from the type of the fed milkreplacer (with skimmilk or whey- and soyprotein).

A tendency for a compensatory effect in the post-experimental period was found. Groups with lower results during the 4 main experimental weeks had better results in the following 4 or 6 weeks.

The digestibility of crudeprotein and crudefat (determined by the Cr_2O_3 -method) was not influenced by the pH of the liquid diet. Lower results were found with decreasing amounts of skimmilk in the milkreplacer

(crudeprotein:	88,3 / 84,1 %
crudefat:	87,4 / 82,2 %).

The Sodium-, Potassium- and Phosphorous-level in blood and urine as well as the pH in the blood was not influenced by the pH of the liquid diet. The pH in faeces did not strictly depend on the pH of the diet. Correlations of pH of faeces and feed digestibility is discussed. Lower pH (5,7) was found in the urine of animals fed a sour (pH 4,2) liquid diet than in the urine (pH 6,7) of calves fed with a neutral (pH 6,8) diet.

6. LITERATURVERZEICHNIS

ADAM, G., 1976

Der Einfluß einer anabolen Präparation auf
den Magnesiumhaushalt von Mastkalbern
Med.vet.Diss., Uni-München

ASH, R.W., 1964

Abomasal secretion and emptying in suckling calves
J.Physiol., London 172, 425

BACH, J., 1972

Beitrag zur Statistik der Kälberverluste, Umfang,
Ursachen und wirtschaftliche Bedeutung
Vet.med,Diss., FU-Berlin

BARRY, O.M., 1969

Untersuchungen zur Proteinversorgung des milch-
ernährten Kalbes
Agr.Diss., TU-München/Weihenstephan

BECK, H., GÖDDE, M., GROPP, J., 1977

Kalttränke in der Kälberernährung
Vortrag auf der Tagung Aktuelle Themen der Tier-
ernährung und Veredlungswirtschaft, 13./14.Okt.1977,
in Cuxhaven

BOEHNCKE, E., ADAM, G., GROPP, J., 1977

Der Mineralstoffhaushalt des Mastkalbes
Votr. auf der Tagung Aktuelle Themen der Tierer-
nährung u.Veredlungsw., 13./14.Okt.1977, in Cuxhaven

BOEHNCKE, E., GROPP, J., WANDL, M., 1976

Zur renalen Elektrolytausscheidung wachsender Mastkälber
1.Mitteilung: Renale Phosphatausscheidung
3.Mitteilung: Renale Na-, Cl-, und K-ausscheidung
Zbl.Vet.Med. A 23, S.688 u.727

BOTHMER, v.G., 1976

Kaltränke mit Ameisensäurezusatz

Landwirtschaftsblatt Weser/Ems, 3/76

BOTHMER, v.G., 1977a

Erfahrungen mit der Kalttränke in der Kälber-
aufzucht

Grünlandlehranstalt und Marschversuchsstation
für Niedersachsen INFELD, Ber.1950-1977

BOTHMER, v.G., 1977b

BAT-Tagung (Bayer.Arbeitsgemeinschaft für Tier-
ernährung), Freising, 29.Sept.77

BOXEM, Tj., 1971

Toevoeging van konserveringsmiddelen aan kunstmelk
bij de opfok van kalveren

Resultaten van een proef op "De Vlierd" in 1970

Intern Rapport Nr. 9, Juni 1971

CHASSIN, J., 1969

Vegetable protein as a main source for milk
substitutes in feeding suckling calves.

Diplomarbeit. The Hebrew University, Faculty of
Agriculture, Rehovoth, April 1969

COENEN, J., 1977

BAT-Tagung (Bayer.Arbeitsgemeinschaft für
Tierernährung) Freising, 29.Sept.77

ERBERSDOBLER, H., 1972

Zur Frage der Proteinqualität bei der Kälbermast
Mitt.f.Tierhaltung, 135, 172

ERBERSDOBLER, H., 1978

Persönl. Mitteilung

FREERKING, H., 1975

Mortality of calves in W.Germany

Proceedings of the first seminar on Pathology in
the CEC program of co-ordination of research in
beef production

FREERKING, H., 1976

Kalttränke - Verfahren der Zukunft ?

in: Top Agrar, 12/76, 2

GERICKE, S., und KRMIES, P., 1952

Colorimetrische Bestimmung der Phosphorsäure mit
Vanadat-Molybdat

Z.anal.Chemie, 137, 15

GÜDDE, M., 1978

Studien an Kalbern mit einer Duodenalum-
leitungskanüle

Unveröffentl. Versuchsergebnisse

GROPP, J., 1972

Auf dem Weg zum Milchproteinersatz

Kraftfutter, 55, 294

GROPP, J., 1975

Neue Möglichkeiten in der Rezepturgestaltung
von Milchaustauschern

Aktuelle Themen der Tierernährung und Ver-
edelungswirtschaft

Lohmann-Tagung, Cuxhaven, 1975

HOFMANN, W., 1978

Klinische Untersuchungen beim Kalttränkeverfahren der Kälber

Tagung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft, Fachgruppe Rinderkrankheiten, Gießen, 15.2.78

KOWALCHYK, A.W. and OLSON, N.F., 1977

Effects of pH and temperatur on the secondary phase of milk clotting by rennet

J.Dairy Science, 60, 1256

KUIPERS, A., 1977

Persönliche Mitteilung

LARGE, R.V., and PENNING, R.D., 1967

The artificial rearing of lambs on cold restituted whole milk and milk substitute

J.Agric., 69, 405

MEIJER, Ir.A.B., en BOXEM, Tj., 1973

Toevoeging van konserveringsmiddelen aan kunstmelk bej de opfok van kalveren

Bedrijfsontwikkeling, 4, 231

MYLREA, P.J., 1966

Digestion of milk in jounge calves

Res.vet.sci. 7, 333

NITSAN, Z., VOLCANI, R., HASDAI, A., GORDIN, S., 1971

Soybean protein substitute for milk protein in milk replacers for suckling calves.

J. Dairy Science 55, 811

PALLAUF, J., BRUNE, H., 1978

Ergebnisse eines Stoffwechselversuches
an Kälbern mit Kalttränke

Tagung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesell-
schaft, Fachgruppe Rinderkrankheiten, Gießen, 15.2.78

PETRY, H., und RAPP, W., 1971

Zur Problematik der Chromoxidbestimmung in
Verdauungsversuchen

Zeitschr. f. Tierphys., Tierernährung und
Futtermittelkunde 27, 181

PORTER, J.W.G., 1969

Digestion in the pre-ruminant animal
Proc. Nutr. Soc. 28, 115

RAUE, F., 1977

Kaltränke - Aufzuchtverfahren der Zukunft ?
Rinderwelt, März 77, Sonderdruck

ROY, J.H.B., 1970

Protein in milk replacers for calves
J.Sci.Fd.Agric. 21, 346

ROY, J.H.B., 1974

Problems in the nutrition of the pre-ruminant
calf
Proc.Nutr.Soc. 33, 79

ROY, J.H.B., and STOBO, I.J.F., 1974

in ROY, J.H.B., 1975: Factors affecting perinatal
mortality in calves

Proceedings of the first seminar on pathology in the
CEC program of co-ordination of research in beef
production

SACHS, L., 1974

Statist. Auswertungsmethoden, 4. Aufl.

Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York

SCHORMÜLLER, J., 1966

Die Erhaltung der Lebensmittel

Ferd. Enke Verlag, Stuttgart.

SMITH, R.H., and SISSONS, J.W., 1975

The effect of different feeds, including those containing soybean products, on the passage of digesta from the abomasum of the pre-ruminant calf
Br.J.Nutr., 33, 329

SOUCI, S.W., 1960

Konservierung durch chemische Mittel

in: Ullmann's Enzyklopädie der technischen Chemie
Bd. XI, 440

STECHELE, M., 1978

Med.vet.Diss., Univ.-München, in Vorbereitung

STOLPMANN, V., 1978

Theorie und Praxis der Kälberaufzucht nach dem Kalttränkeverfahren
Kraftfutter, 61, 452

VOGEL, G., und GÄRTNER, K., 1976

Physiologie der Niere; Wasser- und Elektrolyt-haushalt

in Scheunert, A., und Trautmann, A., Lehrbuch der Veterinärphysiologie, 6. Auflage
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

v.WEERDEN, E.J., HUISMAN, J., 1978

Some observations regarding the clotting phenomenon
in the abomasum of the milk-fed calf

3rd World Congress of Animal Feeding, Madrid 1978
Symposion 8, 21

WILLIAMS, V.J., ROY, J.H.P., and GILLIES, C.M., 1976

Milk-substitute diet composition and abomasal
secretion in the calf

Br.J.Nutr., 36, 317

ZUCKER, H., ERBERSDOBLER, H., GROPP, J., 1968

Untersuchungen zur Einsparung von Milcheiweiß
in der Kälbermast

Kraftfutter, 51, 584

Deutsche Offenlegungsschrift Nr. 26 55 380

Deutsches Patentamt München, 1978

Lebensmittelrecht

Beck'sche Textausgaben

Verlag C.H. Beck, München 1975

Tierschutzgesetz vom 24. Juli 1972

Sartorius I, Verfassungs- u. Verwaltungsgesetze

Verlag C.H. Beck, München 1977

Verordnung zur Änderung der Futtermittelverordnung
vom 16. Dez. 1976

Bundesgesetzblatt, 1976, Teil I, 3451

7. ANHANG

Tab. A 1: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (A)
magermilchhaltiger Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kg MAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kg MAT
pH-Wert	4,16	6,60	5,24	6,53	4,40	4,96
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,19	6,69	5,29	6,62	4,38	4,94
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	+	-	-	-	+	-
pH-Wert	4,22	7,03	5,23	5,82	4,37	5,08
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	+	-	-	-	+	+
pH-Wert	4,19	4,75	5,20	4,49	4,37	5,03
3d Keimwachstum	-	++	-	++	-	-
Stabilität	+	+	+	+	+	+

Tab. A 2: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (A), Fortsetzung,
magermilchhaltiger Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,30	4,34	4,54	5,45	6,13	6,26
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	+	-	-	-	-
pH-Wert	5,33	4,19	4,48	5,55	6,13	6,24
1d Keimzahl	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	+	+	-	-	-
pH-Wert	5,30	4,19	4,51	5,40	5,49	5,60
2d Keimzahl	-	-	-	-	-	+
Stabilität	+	+	+	-	-	-
pH-Wert	5,00	4,16	4,47	4,84	4,83	4,33
3d Keimzahl	-	-	-	+	+	++
Stabilität	+	+	+	+	+	+

Tab. A 3: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (a)
magermilchhaltiger Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat		5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,33	6,65	5,17	6,78	4,33	4,39
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	+	-	-	-	+	-
pH-Wert	4,40	6,70	5,25	6,85	4,32	4,95
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	+	-	-	-	+	-
pH-Wert	4,41	5,53	5,19	5,36	4,31	4,97
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	+	+	-	-	+	-
pH-Wert	4,57	4,69	5,14	4,51	4,35	4,95
3d Keimwachstum	-	++	-	++	-	-
Stabilität	+	+	-	-	+	-

Tab. A 4: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (a), Fortsetzung,
magermilchhaltiger Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,27	4,44	4,35	5,72	6,43	5,69
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	+	-	-	-
pH-Wert	5,35	4,58	4,34	5,67	6,32	5,63
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	+	+	-	-	-
pH-Wert	5,41	4,53	4,23	5,17	5,52	5,22
1d Keimwachstum	-	-	-	-	+	-
Stabilität	-	+	+	-	-	-
pH-Wert	5,27	4,49	4,24	4,84	4,56	4,53
3d Keimwachstum	-	-	-	+	+	++
Stabilität	-	+	+	+	+	+

Tab. A 5: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (B)
magermilchhaltiger Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,45	6,46	5,16	6,71	4,69	5,19
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,07	6,41	5,19	6,63	4,70	5,52
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,00	6,19	5,08	5,73	4,70	5,60
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,17	5,32	5,26	5,15	4,91	5,02
3d Keimwachstum	-	++	-	++	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-

Tab. A 6: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (B), Fortsetzung.
magermilchhaltiger Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	log/kgMAT
pH-Wert	4,99	5,02	4,65	5,85	5,30	5,56
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,09	5,05	4,77	5,96	6,11	5,63
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,03	5,28	4,80	5,21	5,61	5,61
2d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,05	5,78	4,85	4,76	5,06	5,01
3d Keimwachstum	-	+	-	+	+	+
Stabilität	-	-	-	-	+	-

Tab. A 7: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (b)
magermilchhaltiger Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,20	6,64	5,54	6,67	4,55	5,39
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,26	6,62	5,54	6,68	4,56	5,48
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,47	6,61	5,53	5,94	4,55	5,90
2d Keimwachstum	-	++	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,46	5,20	5,49	5,14	4,49	5,34
3d Keimwachstum	-	++	-	+	-	-
Stabilität	-	+	-	-	-	-

Tab. A 8: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (b), Fortsetzung.
magermilchhaltiger Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,20	5,00	4,73	5,59	6,07	5,38
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,39	5,36	4,82	5,62	6,16	5,36
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,33	5,32	4,78	5,57	5,79	5,56
2d Keimwachstum	-	-	-	+	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,31	4,68	4,85	5,06	4,69	5,00
3d Keimwachstum	-	+	-	+	+	+
Stabilität	-	-	-	-	-	-

Tab. A 9: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (C)
 magermilchfreier Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,40	6,43	5,22	6,58	4,45	4,93
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	+	-	+	-	-	-
pH-Wert	4,42	6,47	5,26	6,30	4,48	4,97
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	+	+	+	-	-	-
pH-Wert	4,71	5,28	5,20	5,00	4,44	4,93
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	+	+	+	+	+	-
pH-Wert	4,52	4,58	4,85	4,41	4,51	4,91
3d Keimwachstum	-	+	+	+	-	-
Stabilität	+	+	+	+	-	-

Tab. A 10: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (C), Fortsetzung,
magermilchfreier Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,18	4,66	4,67	5,77	5,90	5,79
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,21	4,66	4,67	5,64	5,95	5,84
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	+	-	-
pH-Wert	5,17	4,75	4,75	4,96	5,10	5,00
2d Keimwachstum	-	-	-	-	-	+
Stabilität	-	-	-	+	+	-
pH-Wert	4,76	4,43	4,44	4,34	4,39	4,37
3d Keimwachstum	-	-	-	+	+	+
Stabilität	-	-	-	+	+	-

Tab. A 11: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (c)
 magermilchfreier Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,50	6,55	5,21	6,61	4,53	4,56
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,51	6,55	5,23	6,72	4,57	4,74
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	+	+	+	-	+	-
pH-Wert	4,60	5,78	5,31	4,85	4,46	4,78
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	+	+	+	+	+	-
pH-Wert	4,52	4,82	5,05	4,57	4,51	4,63
3d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	+	+	+	+	+	-

Tab. A 12: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (c), Fortsetzung.
magermilchfreier Austauscher (120 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,02	4,23	4,44	5,55	6,10	5,51
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,99	4,38	4,37	5,69	6,24	5,59
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,05	4,45	4,40	5,24	5,32	5,26
2d Keimwachstum	-	-	-	-	+	+
Stabilität	-	-	-	+	-	-
pH-Wert	4,78	4,33	4,34	4,88	4,53	4,52
3d Keimwachstum	-	-	-	+	+	+
Stabilität	-	-	-	+	-	-

Tab. A 13: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (D)
magermilchfreier Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,73	6,37	5,63	6,52	4,73	5,18
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,78	6,34	5,68	6,38	4,80	5,24
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,72	5,83	5,63	5,52	4,81	5,26
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,74	4,91	5,02	4,77	5,08	5,03
3d Keimwachstum	-	+	-	++	+	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-

Tab. A 14: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (D), Fortsetzung.
magermilchfreier Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 70°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,13	4,85	4,52	6,01	6,13	5,55
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,15	4,80	4,54	6,01	6,04	5,55
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,19	4,97	4,60	5,68	5,59	5,25
2d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,17	4,61	4,56	4,86	4,92	5,02
3d Keimwachstum	-	-	-	+	+	+
Stabilität	-	-	-	-	-	-

Tab. A 15: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (d)
magermilchfreier Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	3 ml/l	-	-	-	-	-
Ca-Formiat	-	5,1g/l	-	-	-	30g/kgMAT
Propionsäure (99%)	-	-	3 ml/l	-	14 ml/l	-
Ca-Propionat	-	-	-	3,8g/l	-	-
Citronensäure	-	-	-	-	-	30g/kgMAT
pH-Wert	4,69	6,49	5,58	6,55	4,82	5,39
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,72	6,41	5,60	6,61	4,84	5,46
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,67	5,82	5,56	5,49	4,70	5,64
2d Keimwachstum	-	+	-	+	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	4,70	4,81	5,04	4,77	5,02	5,29
3d Keimwachstum	-	++	+	+	+	+
Stabilität	-	-	-	-	-	-

Tab. A 16: Konservierungsversuch - Versuchsreihe (d), Fortsetzung,
magermilchfreier Austauscher (240 g/l), Anrührtemperatur 30°C

Code-Nr.	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Konservierungsmittel:						
Ameisensäure (85%)	-	-	-	1 ml/l	-	-
Ca-Formiat	-	30g/kgMAT	-	-	-	-
Propionsäure (99%)	-	-	-	-	1 ml/l	-
Ca-Propionat	30g/kgMAT	-	30g/kgMAT	-	-	-
Citronensäure	30g/kgMAT	60g/kgMAT	80g/kgMAT	-	-	10g/kgMAT
pH-Wert	5,20	5,02	4,75	5,85	6,39	5,64
3h Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,23	5,01	4,68	5,87	6,39	5,66
1d Keimwachstum	-	-	-	-	-	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,33	5,02	4,46	5,63	5,52	5,56
2d Keimwachstum	-	-	-	+	+	-
Stabilität	-	-	-	-	-	-
pH-Wert	5,03	4,89	4,60	5,11	4,95	4,92
3d Keimwachstum	+	+	-	+	+++	++
Stabilität	-	-	-	-	-	-

Herrn Priv.Doiz. Dr. J. Gropp möchte ich hiermit meinen besonderen Dank aussprechen für die Überlassung des Themas und für seine hilfsbereite Unterstützung und instruktive Anleitung bei der vorgelegten Arbeit.

Zugleich danke ich Herrn Prof. Dr. H. Zucker für den zur Verfügung gestellten Arbeitsplatz.

Ferner darf ich Herrn Prof. Dr. H. Erbersdobler danken für die Bestimmung des Aminosäuren-musters der Versuchsrationen.

Zu danken habe ich Herrn Dr. H. Beck für die Betreuung meiner Arbeit sowie Frau E. Stadler für die technische Assistenz.

Mein Dank gilt auch der Firma J.A. Meggle / Inntaler Mischfutter, Reitmehring, die ihren Versuchsstall zur Durchführung meiner Fütterungsversuche zur Verfügung stellte.

LEBENS LAUF

Am 19. März 1952 wurde ich, Michael Götde, als Sohn des Dr. oec. Heinrich Götde und seiner Ehefrau Dr. rer. pol. Lieselotte, geb. Kares, in München geboren.

Nach 4-jähriger Volksschulzeit in München besuchte ich von 1962 bis 1971 das Ludwigs-Gymnasium in München, an dem ich mit dem Abitur 1971 meine Schulbildung abschloß. Zum Wintersemester 1971/72 immatrikulierte ich mich an der Universität München für das Studium der Tiermedizin. Hier bestand ich im Juni 1977 das Staatsexamen und erhielt am 24.6.1977 meine Approbation.

Zur Anfertigung meiner vorliegenden Dissertation arbeitete ich vom Juli 1977 bis Dezember 1978 am Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Ernährungsphysiologie des Fachbereichs Tiermedizin der Universität München.

